REVUE GENERALE DES SCIENCES
PURES ET APPLIQUEES
ET BULLETIN DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES
TOME LXIII Mars-Avril 1956 N°s 3-4

Chronique & Correspondance

VOIES DE LA FORMATION MATHEMATIQUE :
Physiciens et Ingénieurs - Mathématiciens

Il y a quelques années a été créée, à la Sorbonne, une Maîtrise de Conférences de « *Méthodes Mathématiques de la Physique* » qui a été occupée par M. André Lichnerowicz. Un certificat de Méthodes Mathématiques de la Physique a été créé en même temps et les cours relatifs à ce certificat ont été donnés par MM. Maurice Janet et André Lichnerowicz. Actuellement ils sont donnés par MM. Robert Fortet et Laurent Schwartz. Des cours analogues sont maintenant donnés dans beaucoup de Facultés de France, et le seront prochainement dans toutes les Facultés. Ce certificat est destiné aux physiciens et ingénieurs et doit normalement, pour eux, remplacer le certificat de Calcul différentiel et intégral, plutôt réservé aux mathématiciens. Le programme du certificat de Calcul différentiel et intégral a été modernisé et dirigé, de préférence, vers les méthodes théoriques des mathématiques modernes ; le programme du certificat de Méthodes Mathématiques de la Physique contient surtout l'exposé des méthodes nécessaires aux utilisateurs des mathématiques. Nous ne saurions trop recommander aux étudiants de se diriger à bon escient vers celui des deux certificats qui leur convient le mieux et, aux Grandes Ecoles, de diriger convenablement leurs étudiants.

L. Schwartz, R. Fortet, G. Choquet,
M. Brelot, G. Bouligand.

Programme du cours de M. Laurent Schwartz : Compléments sur les séries et les intégrales ; Théorie élémentaire des distributions ; Convolution ; Série et Intégrale de Fourier ; Transformation de Laplace ; Calcul symbolique ; Equations des cordes vibrantes, fonctions harmoniques, problèmes aux limites de la Physique ; Fonctions spéciales (1).

Programme du cours de M. Robert Fortet : Analyse combinatoire, éléments d'algèbre ; Espaces vectoriels à *n* dimensions, applications linéaires, matrices, produits scalaires et nitiques, problème du spectre ; Fonctions analytiques ; Systèmes de fonctions de plusieurs variables, champs de vecteur : espace de Hilbech ; Calcul des variations (1).

(1) Les cours professés par MM. Laurent Schwartz et Robert Fortet pour le certificat de Méthodes Mathématiques de la Physique sont publiés par le C. D. U., 5, place de la Sorbonne, Paris (5e).

Le Professeur Georges DARMOIS

Membre de l'Institut.

Dans sa séance du 21 novembre 1955, l'Académie des Sciences a élu membre de la section d'Astronomie, M. Georges Darmois, en remplacement de M. Jean Chazy.

M. Georges Darmois est né à Eply (Meurthe-et-Moselle), le 24 juin 1888. Elève à l'Ecole Normale Supérieure de 1906 à 1909, il y exerce les fonctions d'agrégé préparateur de 1911 à 1914. Docteur ès Sciences Mathématiques en 1921, puis professeur à La Faculté des Sciences de Nancy, M. Georges Darmois est actuellement professeur titulaire de la chaire de calcul des probabilités et physique mathématique à la Faculté des Sciences de Paris, directeur des études et secrétaire général de l'Institut de statistique de l'Université de Paris, directeur du Centre d'Econométrie du C.N.R.S., membre correspondant du Bureau des Longitudes, président de l'Institut International de Statistique et de la Société Française de Biométrie.

Les travaux de M. Georges Darmois ont porté principalement sur la théorie des courbes algébriques à torsion constante, sujet de sa thèse de Doctorat ès Sciences, sur la théorie de la relativité générale, sur le calcul des probabilités, la statistique et ses applications.

Sur la théorie de la relativité générale, M. Darmois a obtenu un grand nombre de résultats dont les plus importants ont été

rassemblés dans un fascicule du mémorial des Sciences mathématiques (les équations de la gravitation einsteinienne, fasc. 25, 1927). M. Darmois a notamment étudié le problème de Cauchy pour le système des équations d'Einstein, donné une théorie complète de l'emploi des coordonnées isothermes et signalé le premier le rôle joué en relativité générale par les singularités du champ extérieur. M. Darmois a également discuté les vérifications expérimentales de la relativité générale et en astronomie d'importants problèmes relatifs à la dynamique et à la statistique stellaire.

Dans le domaine du calcul des probabilités et de la statistique mathématique, M. Darmois a développé notamment la théorie de l'estimation, la théorie des erreurs, la théorie de la liaison stochastique entre variables aléatoires, l'analyse factorielle. Par son enseignement, M. Georges Darmois a créé une école française de statistique en pleine activité. Celle-ci rassemble de nombreux jeunes chercheurs dont les travaux font particulièrement honneur à la Science française. Sous la direction de M. Georges Darmois, l'Institut de Statistique de l'Université de Paris a créé en 1952 un Centre de formation des ingénieurs et cadres aux applications industrielles de la statistique, qui assure une formation concrète accélérée de la maîtrise et des ingénieurs, et publie une revue de statistique appliquée.

Auteur de plusieurs livres d'enseignement de la statistique, M. Georges Darmois dirige également une importante collection d'ouvrages de mathématiques à l'usage des physiciens.

Le Professeur L. BERTIN

1896-1956

Ancien élève de l'Ecole Normale Supérieure où il entra en 1914, le professeur L. Bertin fut reçu premier au Concours d'Agrégation des Sciences Naturelles (1920) malgré l'interruption de ses études due à la guerre, au cours de laquelle il fit preuve d'une brillante conduite. Il fut successivement assistant à la Faculté des Sciences (P. C. B.) (1920), sous-directeur du Laboratoire de Zoologie (Reptiles et Poissons) au Muséum National d'Histoire Naturelle (1938), où il trouvait le couronnement de sa carrière en étant nommé professeur en 1944.

Après un court séjour au Laboratoire d'Entomologie du Muséum, où sous la direction du professeur Bouvier, il s'initia à la systématique, il s'orienta rapidement vers l'étude des Vertébrés inférieurs et plus spécialement des Poissons dont il devint

bientôt un spécialiste réputé. Dans sa thèse de doctorat (1925) consacrée à l'étude des Gasterosteidæ, il mit en valeur le rôle de la Biométrie dans la Systématique ; méthode que les travaux de J. Schmidt et du professeur L. Fage venaient de révéler. Dès ce travail se précise sa conception de la systématique, laquelle ne doit pas se contenter de descriptions morphologiques mais s'appuyer solidement sur l'Anatomie, l'Embryologie, la Biologie et la Biométrie. Fidèle à ce programme il publia une série d'importants mémoires relatifs aux Poissons apodes et abyssaux, fruits de l'étude des riches collections océanographiques des croisières danoises.

Son entrée au Laboratoire d'Ichthyologie et d'Erpétologie du Muséum lui ouvrit, grâce à la richesse de ses collections, un nouveau champ d'activité. On lui doit en particulier la publication des premiers fascicules d'une œuvre d'un intérêt capital : Le Catalogue des Types de Poissons des Collections du Muséum.

« J'ai toujours éprouvé une satisfaction profonde à unir l'enseignement à la recherche », a écrit le professeur Bertin. Il fut en effet un grand pédagogue. Qu'il s'agisse de cours publics ou privés, son esprit de synthèse, sa remarquable clarté d'exposition lui permettait de mettre à la portée de son auditoire, quel qu'il soit, les questions les plus ardues. C'est à ce goût de l'enseignement qu'il devait ses talents de vulgarisateur. Abordant les sujets les plus variés, au cours de nombreuses conférences, il charmait son auditoire de son élocution agréable et précise. L'écrivain ne le cédait en rien à l'orateur. A côté de remarquables ouvrages tels : Les Anguilles, La Vie des Animaux, La Vie de la Terre (en cours de publication), le professeur Bertin, dans des articles multiples et divers, se fit un devoir de mettre à la portée de tous les beautés ou les curiosités de la Science. A sa suite le lecteur pénétrait dans un monde nouveau dont un style précis et alerte, souvent spirituel, toujours dépourvu de toute prétention, lui faisait goûter les aspects variés.

Travailleur infatigable, d'une débordante activité, le professeur Bertin était un grand organisateur : la remise en état de son laboratoire, la présentation des collections publiques, les expositions auxquelles il participa en sont la preuve.

Le professeur Bertin était de surcroît un homme simple, d'un abord affable, d'un esprit ouvert, acceptant critiques et discussions. Son dynamisme et sa jeunesse de caractère lui attirait immédiatement la sympathie. Tous ceux qui l'ont approché garderont de lui un souvenir ému.

J. Guibé.

UN TRAITÉ DE LA CONNAISSANCE

Pour le progrès scientifique, c'est un danger de croire que certaines vérités synthétiques *a priori* s'imposent à la raison, indépendamment de toute expérience. D'où les critiques de Rudolf Carnap contre le terme ambitieux : *théorie de la connaissance*. Par contre, *un traité de la connaissance* est viable s'il entend respecter, dans un esprit réaliste, les aspects vécus de la connaissance scientifique, sans masquer les incertitudes de son évolution au cours des recherches et synthèses provisoires.

Voilà en gros le thème dont la discussion s'amorçait avec *la Valeur de la Science* d'Henri Poincaré, se continuait avec la réplique de F. Enriques, *les Concepts fondamentaux de la Science* et, plus tard, avec les travaux du *Cercle de Vienne,* qui dominèrent dans le premier Congrès international de Philosophie scientifique (Paris, sept. 1935), où Moritz Schlick proposa en France son *empirisme logique*.

Depuis plusieurs décades, ces tendances marquent les importantes études de M. Louis Rougier, connues déjà par divers écrits, livres et articles dont quelques-uns s'allient à tout ce que nous venons d'évoquer. L'unité de son œuvre s'affirme aujourd'hui dans un traité digne de ce nom (1), car, à des fins comparatives, il rapproche les efforts du logicien, du mathématicien, du physicien, du linguiste, de l'ethnologue, du philosophe. L'histoire des Sciences éclaire à tout instant la route pour indiquer par exemple comment la rencontre au XIX^e^ siècle des géométries non euclidiennes, puis dans le présent, le progrès de la relativité et de la microphysique ont contraint le penseur à des révisions et rénové son matériel de concepts. D'où, à partir d'Hilbert, une importance sans égale donnée à l'axiomatique et partant, à ce qui concerne, outre le développement de la logistique ou de la sémantique, l'analyse du langage. D'où aussi bien, l'abandon de la théorie classique, où l'on distinguait, des vérités rationnelles proclamées universelles et nécessaires, les vérités empiriques, sujettes aux aléas de l'expérimentation et à maintes contingences.

Se réclamer de l'axiomatique, c'est revendiquer le droit de déduire, à partir de chaque groupement d'hypothèses indépendantes et non contradictoires. A partir d'un tel système d'axiomes, soit S, on pourra donc obtenir une première théorie Th et d'autres plus générales, en affaiblissant S. Purement formel sera le caractère de vérité qui s'attache à ces

---

(1) Louis ROUGIER. — *Traité de la Connaissance.* In-8, 16 × 25, de 450 p. Gauthier-Villars, Paris, 1955. Prix : 2.200 francs.

constructions abstraites. A leur sujet, il faudra discuter de la cohérence (ou non-contradiction) de S, de sa suffisance (en entendant par là exclure la présence d'énoncés indécidables, ceux-là dont on ne saurait prouver ni la vérité, ni la fausseté), de sa saturation (aptitude à devenir contradictoire par adjonction d'axiomes ne découlant pas de S), de sa catégoricité (type unique imposé à tous modèles possibles). S'il est bon de revenir aux modèles, mieux vaut atteindre les structures formelles qui leur sont propres et le point de vue axiomatique y conduit. Dans cette voie, les signes adaptés à l'algèbre logique, que Boole créa voici un siècle, mènent aux théories formalisées. A l'exemple de l'application stricte des règles d'un jeu, la déduction se fait alors automatique. Démontrer un théorème, c'est tirer des prémisses ainsi transcrites une formule nouvelle en se conformant aux règles. A cet égard, s'impose le *moule à propositions,* sorte de matrice engendrant des énoncés vrais ou faux suivant la manière dont on fixe les variables qui y figurent, ou en bref la *fonction propositionnelle* dépendant des dites variables. Le système S des axiomes d'une théorie en implique chaque théorème T, par nécessité logique : ou encore, il est *tautologique* d'énoncer « S implique T ». Tout élément appréciatif ainsi éliminé, cette conclusion un peu sèche n'a rien à voir avec la *richesse* ou le maigre intérêt de telle théorie. De même, est-il noté, les qualificatifs *matériel, concret, intuitif,* n'ont pas de valeur absolue : quand un modèle semble concret, c'est quant à des interprétations plus abstraites. Au passage ont été signalées : la notion algébrique de *treillis,* dont relève l'algèbre de Boole, la notion d'*isomorphisme* entre deux interprétations objectives d'une même théorie. Sur les *groupes* évoqués, sans plus, à ce tournant, l'auteur reviendra pour les ranger, avec Bourbaki, dans les structures mères : aboutissement qui valait d'être plus préparé, si l'on songe à l'apparition tardive des *groupes.* Toutefois, il a été souligné que deux domaines séparés, ou même deux théories jugées telles, se confondent moyennant structures isomorphes, et, après coup, cela justifie les groupes, qui n'agissent que d'après leur structure. Eclairant l'étude critique de l'axiomatique et des théories formalisées, ces remarques préludent au théorème de Gödel, qui englobe l'impossibilité de prouver la non-contradiction de l'arithmétique, sans user de moyens dépassant celle-ci. En général, un système formel, assez large pour inclure l'arithmétique, contiendra des énoncés *indécidables ;* la possibilité, exploitée dans ces recherches par Gödel, d'arithmétiser le système formel, ne peut manquer d'affecter la théorie des nombres ; d'où un souci global inattendu, concernant la liaison de la mathématique intuitive et du système formalisateur (1).

(1) Cf. Introduction de Mostowski : *Sentence undecidable in formalized Arithmetic* (North-Holland Company, 1952).

On mesure la valeur de cet exposé, et la large place qu'il fait aux logiques, la classique et les nouvelles ; à l'esprit de la Physique récente, en suivant Hans Reichenbach, Paulette Février, J.-L. Destouches, et en gravitant autour du secteur découvert ou exploré par de Broglie, Schrödinger, Heisenberg, Dirac... Après tant d'ingéniosité déployée pour parer à l'invisibilité directe (voire à l'indiscernabilité) des particules, quelle richesse d'idées nouvelles ! Dans ces situations, comment s'étonner que la pensée ait cheminé d'une manière inaccoutumée entre des structures imprévues, celles qui pour certains pactisaient avec une logique choisie, support naturel de l'appareil de symboles où pouvaient s'inscrire les accords notés par le chercheur entre ses attentes et ses résultats ? Même si l'objectivité réclame supplément d'enquête, ces choses ont une beauté intrinsèque, elles apportent à toute pensée, anxieuse des mystères de la connaissance, des thèmes de méditation incomparables !

Peu d'incursions en biologie, l'auteur ayant préféré les sciences mathématiques et physiques, terrain sur lequel l'apriorisme ontologique ou épistémologique (bien distinct de celui requis par les méthodes) a toujours trouvé ses arguments favoris ! Ici, plus de vérité-*copie* ni de vérité-*code*. Mais des soucis de *cohérence* dans les sciences formelles, de *vérification* et de *prévision* dans les sciences du réel ! Rien ne se construira sans analyser les moyens d'expression, qu'il s'agisse des langues courantes ou de ce langage ultra-sobre que traduit la notation logique. Dans les premières, « la signification *d'un mot* n'est que l'ensemble des règles d'emploi qui déterminent son usage ; le sens *d'une phrase* n'est que la possibilité d'établir sa vérité ou sa fausseté, formelle ou empirique, en vertu des règles d'emploi des mots qui y figurent ». Pour les mots, comme pour les phrases, il faut donc distinguer l'*emploi formel* et l'*emploi empirique*. On évite ainsi des difficultés graves (paradoxes divers, confusion par langage inadapté entre problèmes physiques et problèmes logiques, etc...) sur lesquelles l'auteur a judicieusement insisté.

Revenant à la théorie classique de la connaissance et aux pseudo-problèmes qu'elle soulève, il envisage à leurs fins toute une évolution, depuis les origines aristotéliciennes, jusqu'à la théorie de Kant, allant de bases nouvelles aux mêmes conclusions, entre autres un ordre absolu de subordination des sciences. Or ce rationalisme épistémologique n'a pu survivre à l'irruption des géométries non-euclidiennes. Qu'il s'agisse de fonder la certitude des théories déductives ou quelque réalisme archaïque, de recenser les vérités soi-disant éternelles et nécessaires, de légitimer une hiérarchie de droit en matière de principes ou encore de classification, on se trouve chaque fois devant une impasse. L'esprit s'étant libéré de ces idées préconçues, on juge mieux, par exemple, de la manière dont se présente l'application des mathématiques à la nature. « Si les phénomè-

nes paraissent se mouler dans nos équations, c'est que nous leur avons confectionné un vêtement mathématique sur mesure. » Chose d'ailleurs chaque jour facilitée, puisque l'outillage opératoire, englobant à la fois calculs et déductions, s'élargit sans cesse. Pas de nature soumise à des lois prédestinées : tout au plus s'agit-il d'obéissance mitigée, qui tourne à la révolte quand les paramètres varient dans un champ par trop large. Pour revenir aux expressions mêmes de l'auteur, « les exigences de la raison résultent pour la plupart d'anciennes théories pétrifiées ». Et il ajoute :

« La forme mathématique des phénomènes dépend de l'échelle à laquelle on se place... Ce qui apparaît désordre et confusion à une échelle engendre, par compensations statistiques, l'ordre et l'harmonie à une échelle supérieure. »

Les questions se multiplient. L'Univers est-il intelligible ? Peut-on donner une signification objective à la simplicité de certaines lois naturelles ? Discussions fort anciennes, qu'éclairent les précédentes remarques. Entre bien des réponses, l'auteur cite H. Reichenbach : « Le devenir universel est comparable à un perpétuel jeu de dés. Des deux conceptions du monde, causale et statistique, c'est la seconde qui a triomphé. » Bien entendu, il est noté que l'indéterminisme des phénomènes élémentaires pactise avec le déterminisme des résultantes macroscopiques. Quant à la pétition même de simplicité, elle est fort dangereuse : « Plus nous augmentons nos connaissances, plus l'univers devient pour nous incompréhensible. » Finalement, on dispose certes d'une grande variété de schèmes, mais tout se complique quand il s'agit de recoudre ! (1) Malgré de pénibles abandons, demeurent les horizons nouveaux que la révolution scientifique a révélés aux hommes. Et l'auteur conclut en montant que, dans l'intérêt humain, éthique et science doivent à tous jamais se côtoyer.

Voilà un livre dont la trame ne manquera pas d'inspirer pour une longue période ceux qui voudront discuter les fondements de la connaissance (2).

G. Bouligand.

(1) Ces remarques seront utilement confrontées avec un point de vue assez différent. Cf. R. G. S. LXII, 1955, p. 195 et 344.

(2) A la p. 115, seconde ligne du dernier alinéa, il faut je pense, lire : *distance* et non : *voisinage*.

Métaux nouveaux venus dans la technique, principalement : Titane, Tantale, Zirconium, Germanium (*)

par A. CHRÉTIEN

Professeur à la Faculté des Sciences de Paris

La découverte et l'utilisation des métaux sont très inégalement réparties dans le cours des âges.

Sept métaux figurent parmi les premiers éléments connus : or, argent, cuivre, fer, étain, plomb, mercure. Avec le soufre et le charbon, ils doivent être considérés comme les éléments des Anciens, sans possibilité très sérieuse de les classer par priorité de reconnaissance, pas plus que de situer leur première utilisation. D'ailleurs, l'identification reste incertaine du fait des changements de sens des noms dans la suite des temps et de l'imprécision des descriptions. De plus, il n'est pas impossible que divers composés naturels aient été confondus avec nos corps simples actuels ; l'aspect de ces composés — éclat métallique notamment — s'y prêtait. C'est probablement le cas pour la galène et pour l'oxyde cuivreux entre autres. Comment par exemple affirmer l'identité de nature entre notre soufre actuel et celui dont il est question dans la phrase fameuse du Livre de la Genèse : « *Alors Yahweh fit pleuvoir sur Sodome et Gomorrhe du Soufre et du Feu... Il détruisit ces villes et toute la plaine...* »

Après ces sept ancêtres, il faut arriver jusqu'au Moyen-Age pour rencontrer de nouveaux métaux : Bismuth et Zinc, bien que ce dernier soit intervenu en mixte dans les laitons dès Aristote. Personne ne saura jamais quand, où, et par qui, chacun des éléments des Anciens a été découvert. C'est, sans doute, une question de Préhistoire. Il semble cependant que l'or soit le premier en date, en raison de son existence à l'état natif relativement universelle. Le cuivre paraît bien venir ensuite, avant l'argent qui fut longtemps plus rare et plus précieux que l'or. La connaissance et l'utilisation de l'or et du cuivre remontent au v^e^ millénaire avant l'ère chrétienne, donc à la Préhistoire. Le fer est survenu bien après, puisque l'objet en fer le plus ancien n'aurait pas plus de cinq mille ans. Il provient de la pyramide du roi Chéops à Giseh ; c'est un javelot forgé. Le fer ne semble pas plus anciennement connu que l'étain. Il est certain que ce

(*) Conférence faite le 22 juillet 1955 à la séance de clôture du Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, Caen.

dernier fut d'abord très rare, cela explique son utilisation exclusive comme bronzes, d'ailleurs très pauvres : à 2 % d'étain seulement, jusqu'à la découverte des gisements de Cornwall à l'époque romaine. Le mercure, si facilement extrait de son sulfure naturel, le cinabre, minerai devenu rare, qu'il suffit de chauffer à 400° dans l'air pour libérer le métal, vient de beaucoup en dernier lieu. On ne l'a, semble-t-il, connu que vers le XV^e^ siècle avant notre ère.

Il faut arriver au Moyen-Age pour trouver la première mention écrite qui identifie le zinc et qui le nomme ; elle est de Paracelse, 1538. Mais ce métal avait été introduit bien avant, par les minerais dans les laitons, décrits déjà par Aristote, quatre siècles avant notre ère.

Tous les autres métaux n'ont été révélés, puis isolés qu'au cours des trois derniers siècles. Colbalt, Brandt à Upsala, 1735, et Bergmann, 1780. Nickel, Cronstedt, 1751 à Stockholm.

Il est curieux de remarquer que les noms de ces deux métaux, de kobold : lutin et espièce — et nickel : esprit mauvais des montagnes — devenus si importants et si précieux pour la métallurgie moderne, marquent un ensemble de sentiments très péjoratifs : inutilité, méfiance, mépris, infamie et crainte. C'est l'arsenic présent dans les minerais correspondants qui faisait tout le mal : dégagement gazeux désagréable et toxique par échauffement, aussi bien que dénaturation des autres métaux coexistants. Mais, avec le cobalt, plus encore que pour le zinc, l'utilisation des minerais a très largement précédé la révélation de l'élément. Il est certain, en effet, que des pigments rudimentaires au cobalt ont servi à colorer les verres des Anciens, en Egypte, Assyrie, Babylone, peut-être Chine.

A part l'aluminium — dont on a célébré, en juin 1954, le centenaire de la fabrication et souligné l'énormité de sa production qui le place déjà aussitôt après le fer — jusqu'à ces dernières années, les diverses métallurgies n'ont pas retenu d'autres métaux que les dix précédents. On ne doit cependant pas sous-estimer l'intérêt des métaux d'addition pour les aciers spéciaux — chromevanadium, manganèse, molybdène, tungstène, — ou pour divers alliages comme bronzes et anti-frictions. C'est le cas respectivement pour le glucinium et pour l'antimoine, ni omettre celui du magnésium qui domine toute la fabrication des alliages légers, pas plus que négliger les applications du sodium et de ses alliages avec le potassium ou le plomb, ni oublier le cérium particulièrement intéressant pour ses propriétés pyrophoriques.

Mais il faudrait aussi considérer les métaux très précieux dont la valeur ne se limite pas à la joaillerie puisque platine et rhodium figurent comme toiles de fils tissés dans les plus grandes fabrications comme la synthèse de l'acide nitrique par oxydation de l'ammoniac, où ils sont le catalyseur universelle-

ment employé. Un four moderne à oxydation de l'ammoniac comporte jusqu'à trois kilos d'un tel alliage en toile de diamètre 3 m.

Cela fait au total une trentaine de métaux, tout au plus, utilisés en technique, en comptant largement, sans limitation inférieure de tonnage ni exclusive ou sélection des applications. Ainsi, le cadmium, satellite du zinc, qui n'est qu'un produit de récupération et n'a pas de métallurgie propre, n'est pas oublié dans ce décompte, pas plus que le Thallium, autre sous-produit plus diffusé encore qui se rassemble dans les poussières des gaz de grillage des pyrites ou blendes. La production mondiale s'abaisse cependant très bas pour ce dernier, avec une dizaine de tonnes seulement par an au lieu de cinq mille pour le cadmium. On s'est limité seulement à dénombrer les métaux qui ont des applications courantes et peur eux-mêmes.

Des métaux comme le Gallium, dont une production régulière et importante pourrait être assurée si des applications survenaient — les solutions d'aluminate de sodium qui sont l'objet d'un roulement considérable dans la fabrication de l'alumine par le procédé Bayer y suffiraient largement — ou caesium, calcium et baryum, dont les applications sont très particulières, ont été laissées de côté. Mais si l'on cherche bien, il n'est guère d'éléments qui ne présentent quelque application, et leur importance relative en sera fortement modifiée suivant l'aspect qui aura la faveur. Le Caesium est considéré ainsi par les constructeurs ou utilisateurs de cellules photosensibles comme un élément primordial, et le Baryum, qui a permis la mise en liberté encore récente de l'Américium et du Curium par réduction de leurs trifluorures, prend chez certains un intérêt exceptionnel. Plus encore, le Radium, par sa bienfaisance en thérapeutique, ne saurait être omis.

Quoiqu'il en soit, on ne peut réellement pas retenir le titane, le zirconium, le germanium, le tantale, le thorium et l'uranium parmi les métaux utilisés ou fabriqués avant ces dix ou douze dernières années. Le titane faisait bien l'objet d'un important marché mondial sous forme de bi-oxyde TiO_2, pigment blanc de grande classe, à pouvoir couvrant élevé, délustrant et opacifiant incomparable pour émaux ; sous forme de carbure CTi, il intervient dans la composition des alliages durs frittés modernes pour outils de coupe et de perforation, dont la fabrication ne cesse de se développer sous les profils les plus divers. Le thorium avait été un élément vedette de l'incandescence par le gaz d'éclairage comme bi-oxyde ThO_2, constituant fondamental du manchon Auer, qui fut d'une utilisation universelle depuis 1895 jusqu'à la généralisation de l'éclairage électrique. L'uranium n'était resté qu'un élément à intérêt pratique limité malgré les tentatives d'utilisation diverses pour valoriser les énormes possibilités laissées par le traitement de ses minerais qui voilent

le radium dans une extraordinaire disproportion ; on y compte en effet 1 gr. de radium pour trois tonnes d'uranium, soit $1/3.10^6$ seulement. Le zirconium avait surtout retenu l'attention par les qualités de haut réfractaire de son bi-oxyde ZrO_2, très employé pour objets frittés de laboratoire, à faible conductibilité thermique, parce que stable en atmosphère oxydante ou même réductrice et résistante à la plupart des métaux fondus, aux sels fondus, comme aux oxydes basiques, bien que la théorie ThO_2, moins chère, convienne mieux encore. Le tantale était resté de même très peu employé, surtout depuis que le tungstène lui fut substitué pour la fabrication des filaments des lampes à incandescence électrique. Cependant, il avait fait l'objet de propositions d'utilisation répétées, qui étaient basées sur son exceptionnelle inertie chimique aux acides et ses caractères électriques. Quant au Germanium, élément réellement rare des blendes et des houilles, il restait une curiosité de collection.

Ces six métaux sont fabriqués maintenant ; titane en demi-produits, zirconium et tantale se trouvent couramment dans le commerce, sous formes diverses : tôles, tubes et feuilles, barres, tiges, fils, lingots, toiles. Ils interviennent en technique dans des éléments des machines, organes ou appareils multiples, des plus petits aux plus grands, et leur utilisation s'est étendue à l'industrie chimique, surtout pour tantale et zirconium.

La production de ces métaux ne cesse de se développer et si certains resteront d'un emploi limité en raison du prix de revient, élevé du fait de la difficulté des procédés métallurgiques ou de la rareté de la matière première, on envisage, pour le titane en particulier, dans un avenir relativement proche, une production au moins comparable à celle des métaux secondaires, nickel, dépassant celle des métaux spéciaux comme tungstène, molybdène, chrome ou cobalt. Le germanium, lui-même, voit sa production mondiale doubler tous les deux ou trois ans : 500 kg. en 1948, 5 tonnes en 1951, 8 tonnes en 1954.

L'utilisation de l'uranium est encore le propre des centres de production d'énergie nucléaire, ainsi que celle du thorium. Mais on ne saurait affirmer qu'elle ne s'étendra pas ailleurs. L'uranium est ainsi produit en France depuis 1947 par le Commissariat à l'énergie atomique dans une enclave de la poudrerie du Bouchet, à cinquante kilomètres de Paris, usine créée spécialement qui en produit déjà au moins 50 t. par an, en lingots de 60 à 80 kg. utilisés pour la pile de Saclay. L'élaboration de l'uranium ne peut être comparée à celle des métaux industriels. Elle reste assez particulière et porte sur des quantités très limitées. Une opération, qui est discontinue, ne fournit guère que cinquante kilos de métal. Ce métal doit être très pur, sinon l'utilisation des neutrons lents dans la pile devient fort mauvaise ; d'où la mise en œuvre de produits réactionnels spécialement préparés et un affinage ultérieur de l'uranium. La réaction

qui libère l'uranium est simple : réduction du tétrafluorure UF4 par le calcium, très exothermique, elle se développe d'elle-même, très vive, après amorçage à distance avec fusion de toute la masse ; l'uranium se retrouve au fond du creuset, protégé par le fluorure de calcium qui surnage, d'où il coule dans des lingotières de fluorine.

$$UF_4 + 2Ca \rightarrow \underbrace{U + 2Ca\,F_2}_{\text{fondu}} + 140\ K\ cal.$$

Le tétrafluorure est obtenu en France par attaque du bioxyde UO_2 à l'acide fluorhydrique 40/100. Le bioxyde est la forme habituelle sous laquelle l'uranium est extrait de ses minerais ; il est l'aboutissement d'une longue suite de traitements par voie sèche et par voie humide respectivement, que précède une concentration physique du minerai mettant en jeu plusieurs phénomènes : magnétisme et flotation notamment. Précipitations, redissolution des précipités, ou reprises des solutions s'y succèdent avec intervention de six agents au moins, alcalins ou acides. Finalement l'uranium y figure comme biuranate d'ammonium d'où l'on passe au bioxyde UO_2. Entre temps, le radium du minerai a été entraîné par un précipité de sulfates dans lequel dominent $BaSO_4$ et $PbSO_4$: « white cake », qui est traité pour l'extraction de cet élément des plus précieux. Mais la complication même du traitement nécessaire pour extraire l'uranium de ses minerais fondamentaux : pechblende (mélange d'oxydes) et carnotite (vanadate d'uranyle et de potassium) implique la production d'une pureté des minerais assez limitée. Une purification est nécessaire. Elle est basée sur les caractères très particuliers de la chimie de l'uranium, notamment : solubilité du nitrate d'uranyle dans des liquides organiques à fonction oxygénée, alcools, éthers, cétones, et insolubilité du peroxyde d'uranium qui est en réalité un peroxyuranate d'uranyle, dans les acides minéraux. On aboutit ainsi au trioxyde UO_3, dont la réduction par l'hydrogène donne le bioxyde.

La séparation de l'uranium, comme uranate de sodium ou plus souvent d'ammonium, d'avec les nombreux éléments qui l'accompagnent dans ses minerais, et son élaboration, sont des opérations purement chimiques qui mettent en jeu des phénomènes classiques, avec une technique sans doute modernisée ou appropriée au problème. La même remarque peut être plus ou moins généralisée pour l'extraction et même l'élaboration des autres éléments actinides : ceux qui viennent immédiatement avant l'uranium comme ceux qui viennent après. En effet, n'a-t-on pas libéré l'américium ($Z = 95$) et curium ($Z = 96$) en réduisant leur trifluorure AmF3 ou CuF3 par le baryum ? Il est curieux de souligner ce point que la chimie a conservé toute sa valeur dans ces questions toutes nouvelles encore des éléments

transuraniens dans lesquels les transmutations qui les produisent exigent des moyens physiques si particuliers et si puissants avec les divers projectiles nucléaires. Sans doute, des méthodes auxiliaires de séparations physicochimiques sont-elles plus largement utilisées ici que partout ailleurs : extraction par solvant avec sélectivité ou partage, échange d'ions, absorption simple ou absorption avec échange d'ions. Mais elles sont toujours associées à des fractionnements qui mettent en jeu les types de réactions chimiques les plus courants, précipitation et réduction surtout. Ces fractionnements prennent une importance spéciale dans la séparation des éléments produits par synthèse nucléaire qui sont toujours très diffusés dans l'élément générateur et dans ses descendants à longue vie. C'est le cas, par exemple, pour la production de l'actinium par irradiation du radium avec des neutrons, qui le livre en quantité pondérable.

On ne connaît l'Uranium à un haut degré de pureté que depuis la mise au point de sa production pour les recherches nucléaires, à peu près simultanément chez les alliés U.S.A. et Canada, et en Allemagne, au cours de la dernière guerre mondiale.

Le métal obtenu antérieurement, depuis le Français Peligot, qui l'isola en 1840, était fortement souillé d'impuretés diverses : métaux, oxydes, carbures, nitrures, d'où la méconnaissance de ses caractères physiques. Ainsi sa température de fusion n'est que de 1.133° au lieu de 1.400° à 1.850° admis jusqu'alors, et sa masse spécifique est 18,8 au lieu de 18,7. On sait aussi, depuis que l'on a obtenu l'uranium en lingots, qu'il est pyrophorique à un degré élevé, et comparable en cela au cérium.

Le Thorium, dont l'intérêt pratique avait disparu avec l'abandon de l'éclairage par incandescence au gaz, est devenu un élément vedette. On le recherche et on le garde jalousement si on le possède, depuis qu'il est apparu comme un point de départ pour les fissions, aussi avantageux que l'uranium et d'une production beaucoup plus courante ainsi qu'un agent nucléaire énergétique d'un très grand intérêt. Dès 1946, un an seulement après le bombardement d'Hiroshima, les matières premières contenant du thorium commençaient à être l'objet d'un embargo absolu. La mesure fut d'abord prise par l'Inde, puis par le Brésil en 1951, qui étaient les deux principaux exportateurs de la monazite, ce minerai déjà fameux, devenu précieux entre tous puisqu'il est la source du thorium et celle des éléments lanthanides, dont l'intérêt n'a cessé de se développer depuis 1905 avec la découverte du ferro-cérium. Cette monazite, exploitée depuis 1895 seulement, pour son thorium tout d'abord, est essentiellement formée d'O.phosphates de lanthanides en solutions solides et de silicates de thorium ; elle a un destin particulier, avec alternatives de suprématie entre le thorium et le cérium ou ses satellites. L'embargo sur le thorium

a eu pour conséquence l'installation par la Société des terres rares d'une usine près de Sao-Paulo au Brésil, et une autre aux Indes dans la province de Travancore, pour séparer le thorium et les lanthanides à partir de la monazite locale. Le traitement de la monazite qui a utilisé longtemps l'acide sulfurique, est fait maintenant par voie alcaline. Il nécessite alors une tonne de soude caustique par tonne de monazite concentrée du minerai, au lieu de 1,4 tonne d'acide sulfurique, ce qui est plus coûteux. Mais 40 % de la soude se retrouvent comme phosphate trisodique, produit utile, et la même quantité est récupérée par évaporation de la solution, après cristallisation du phosphate trisodique. Les lanthanides sont recueillis comme chlorures, beaucoup plus solubles que les sulfates obtenus par le procédé acide, ce qui limite les volumes de solutions en circuit. Le thorium reste comme hydroxyde, après dissolution sélective des hydroxydes des Terres Rares par l'acide chlorhydrique, on passe de l'hydroxyde au chlorure, puis au sulfate, et au nitrate, ou à l'oxalate par un jeu de solubilité. Ce dernier est utilisé habituellement pour obtenir l'oxyde ThO_2, par thermolyse. La réduction de cet oxyde par le calcium donne le métal thorium en poudre, à une pureté élevée qui dépasse 99 %. Le thorium est cher et son marché reste très limité : 16.000 francs le kilo en France. C'est un métal aussi dense que le plomb, d. $\pm$ 11,7, mais peu fusible, son point de fusion avoisine celui du fer. Ses propriétés mécaniques rappellent celles de l'acier doux. Il se travaille bien, est déformable à froid ou à chaud. Il donne facilement des alliages avec des métaux les plus divers. Résistant aux alcalis, il est attaqué par les acides minéraux dans des conditions comparables à celles du fer. Hormis son intérêt pour les réactions nucléaires, il ne présente rien de particulier qui pourrait le rendre intéressant pour la métallurgie.

Il n'en est pas de même pour titane, tantale, zirconium, qui sont réellement des nouveaux venus dans la technique, avec de très larges possibilités d'avenir. Le prix de revient de chacun d'eux est actuellement d'un tout autre ordre de grandeur que celui des métaux usuels. On compte par kilo : 2.700 francs pour le titane, 10.000 à 12.000 francs pour le zirconium, 25.000 à 30.000 francs pour le tantale, métaux non transformés, en grenaille ou en poudre. Mais l'aluminium devenu si commun, ne revenait-il pas à 40.000 francs le kilo quand Sainte Claire Deville le présenta à l'Exposition universelle de 1855 ? Venant de 300 francs le kilo, prix minimum record du procédé chimique, atteint en 1889, son prix descendu à 80 francs le kilo en 1889 à la suite de l'utilisation du procédé électrochimique d'Héroult, n'a cessé de s'abaisser depuis. Un Napoléon or représentait moins de vingt grammes de ce métal en 1855, au lieu de quinze kilos, actuellement, cent ans après.

Titane, tantale, zirconium, considérés longtemps comme sans intérêt pratique, sont apparus des plus prometteurs dès

que leurs véritables propriétés n'ont plus été masquées par leurs impuretés. La révélation tardive de ces métaux est comparable à celle de l'aluminium en lingot d'Henri Sainte Claire Deville qui apparut tout autre que le métal divisé, très impur, obtenu vingt-six ans avant par Wöhler.

Ces trois éléments, découverts à la même époque : 1789, zirconium (Klaproth, pharmacien à Berlin) ; titane, 1790 (Gregor, desservant de Deptfort) ; tantale, 1802 (Ekeberg, professeur à Upsala), n'appartiennent à l'industrie que depuis dix ans au plus.

La production du titane, de beaucoup la plus importante, a commencé en Allemagne en 1938 (DEGUSSA) et aux U.S.A. en 1947. Etablie péniblement à 60 tonnes en 1950 dans ce même pays, elle y atteint 500 tonnes l'année suivante, 1.400 tonnes en 1952, 5.000 tonnes l'année dernière, est prévue pour 35.000 tonnes en 1956 et 200.000 tonnes dès 1960. C'est une ascension très rapide, d'autant plus que le procédé utilisé ne remonte qu'à 1940. Mais on la voit tendre vers les plus grandes, et jamais aucun métal n'a présenté un tel développement. Le titane semble devoir devenir, à l'égal de l'aluminium, le second métal industriel, que seul le fer distancera. Ces possibilités sont dues à la fois à la richesse relative de l'écorce terrestre en titane et aux caractères du métal. Le titane compte parmi les neuf éléments les plus communs ; avec 0,63 % il vient juste après le magnésium et l'hydrogène, chlore, phosphore, soufre et surtout carbone, qui compte seulement pour 0,1 %, sont plus rares, sans parler de cuivre, plomb, zinc entre autres. Le zirconium est d'ailleurs plus abondant que ces derniers. Le minerai de titane le plus universel : l'ilménite, forme des gisements étendus en divers pays montagneux, U.S.A., Canada, Australie, Scandinavie, Oural, et de grands dépôts alluvionnaires, fluviaux et surtout marins (Sénégal, Egypte, Inde, Arcachon), c'est le sable noir. La production mondiale d'ilménite approche déjà 1.500.000 tonnes ; elle n'était que de 5.000 tonnes en 1920. L'ilménite, du nom d'Ilmen, massif de l'Oural, est un minerai oxydé complexe, riche en fer ,combiné au titane, et comme oxydes : hématite Fe_2O_3, magnétite Fe_3O_4. Souvent associée à la monazite, minerai des terres rares, et de thorium, elle constitue un ensemble précieux. Le rutile, variété quadratique du bioxyde TiO_2, est un minerai secondaire, parce que moins commun — la production mondiale atteint à peine 50.000 tonnes par an. Il est bien préférable à l'ilménite parce que plus riche en titane et exempt de fer. On le recherche et son prix monte sans cesse, passant de 22 livres par tonne en 1951 à 68 actuellement. C'est la matière première de choix pour la production du tétrachlorure. D'ailleurs, ilménite et rutile s'accompagnent souvent, avec zircon et baddeleyite, minerais de zirconium. D'où le très grand intérêt de ces ensembles, dans lesquels tous les éléments sont recherchés maintenant hormis le fer.

L'intérêt exceptionnel du titane tient à un ensemble de caractères qui ne sont réunis avec aucun autre métal ou alliage : faible densité, 4,54 seulement, ce qui lui donne un avantage marqué sur l'acier, résistance à la fatigue très élevée, caractères mécaniques excellents, sauf peut-être module d'élasticité, en particulier charge de rupture, au moins jusqu'à 500°, résistance à la corrosion comparable à celle des aciers inoxydables, mais supérieure à ces derniers parce que insensibilité à la corrosion sous tension, même pour une solution de soude 10 % à l'ébullition, et par une solution d'acide sulfurique 22 % sous pression, tenue parfaite à l'eau de mer et aux solutions de chlorures. Les alliages de titane gardent ces qualités, par exemple celui qui contient 4/100 Mn - 4 % Al (RG 130 B), alors qu'un alliage léger, tel que Al 94 % - MgI, 55 % - Ti 0,07 % (AU 2 G N) lui est très inférieur au-dessus de 100° sans parler de son altérabilité par les solutions d'électrolytes. Alors que les alliages d'aluminium ne peuvent être employés pour les pièces travaillant jusqu'au voisinage de 600°, les alliages de titane résistent aussi bien que les aciers, et conservent l'avantage de la légèreté. La limite à l'utilisation du titane par élévation de température tient en partie à l'oxydation et la nitruration qui commencent à être actives au-dessus de 650°. Sous ces deux actions, les caractères mécaniques se modifient notablement à partir de 0,02 ou 0,05, O_2 ou N_2 % suivant le caractère. La ténacité diminue (A, allongement %) et la résistance au choc (Rc) et la ductilité (D.). L'action de l'azote est plus importante que celle de l'oxygène. Le carbone et surtout l'hydrogène agissent de même. De là la méconnaissance des caractères du titane jusqu'à ces dernières années, et les exigences strictes de son élaboration qui exclut en particulier la présence de l'air. Le titane est ductile et malléable à froid s'il est rigoureusement exempt d'oxygène et d'azote. Il peut être forgé et soudé à lui-même.

Le zirconium est très comparable au titane, mais plus dense : d = 6,53, et moins fusible encore : F = 1.857°. Il lui est supérieur pour la résistance à la corrosion, résiste à l'acide chlorhydrique bouillant, et présente surtout un intérêt particulier en électronique. Son aptitude comme « getter » est des plus remarquables ; il absorbe en effet tous les gaz, sauf hélium, argon et gaz carbonique à température plus ou moins élevée et ne s'amalgame pas. On peut donc l'utiliser, contrairement à la plupart des autres getters, dans les tubes en présence de mercure. L'hydrogène, par exemple, est absorbé rapidement vers 360° et rejeté vers 1.000° ; avec l'oxygène et l'azote il faut monter à 500°.

Le zirconium utilisé comme getter est en poudre très fine, de granulométrie comprise entre 7 et 13 μ, livré sous eau ou sous alcool pour éviter sa diffusion qui serait dangereuse, parce que sous cette forme le métal est très pyrophorique.

Le zirconium a d'autres caractères électriques des plus intéressants, à un degré comparable à d'autres métaux considérés comme privilégiés, seuls utilisés jusqu'alors, et cependant moins avantageux que lui, notamment : coefficient d'émission thermoionique pratiquement le même que celui du tantale (4.10 eV), faible coefficient d'émission secondaire, qui permet de l'utiliser comme inhibiteur par recouvrement d'une couche mince de ce métal sur anodes, grilles et leurs supports. D'où l'utilisation du zirconium sous forme massive — filaments, fils, tiges, plaques, grilles — à la place du tantale et même du tungstène, beaucoup plus denses, moins faciles à façonner et plus coûteux. Les soupapes électroniques, les redresseurs, les condensateurs électrolytiques, les électrodes pour tubes les plus divers et multiples autres éléments des systèmes électriques modernes en font déjà un grand usage. Mais le zirconium facilite aussi la soudure des métaux délicats à assembler comme tungstène, molybdène et tantale, surtout sous forme de toiles, par ménagement d'un matelas mince — fils ou feuilles — entre les pièces. Enfin, sa grande transparence aux neutrons, rend le zirconium précieux en physico-chimie nucléaire. Dans ce cas, le hafnium, absorbateur des neutrons, doit en être séparé. La séparation des deux éléments, zirconium et hafnium, qui s'accompagnent toujours dans leurs minerais, n'est pas très difficile. Elle procède notamment par cristallisation fractionnée des complexes hexafluorures d'ammonium. La découverte du hafnium (1923), devinée et recherchée en vain depuis Svanberg, en 1845, fut inspirée par Niels Bohr à ses élèves Coster et Von Hevesy, à la suite de sa théorie de la structure électronique des atomes et de ses relations avec les caractère spectraux, consolidée par la découverte de la notion de numéro atomique de Moseley. Ces considérations orientèrent avec succès les recherches vers les minerais de zirconium alors qu'elles s'égaraient sur ceux des Terres Rares. Il y a toujours de 1 à 2 % de hafnium dans le zirconium.

Le titane et le zirconium sont obtenus d'une manière analogue : réduction du tétrachlorure par le magnésium vers 900° en atmosphère inerte, avec production d'une masse non fondue poreuse, légère, « l'éponge ». Le chlorure de magnésium en est séparé par coulée, puis distillation sous vide très poussé vers 1.000°. Le métal obtenu titre couramment 99.5 % (Kroll, 1939). On le raffine, exceptionnellement, en faisant le tétra-iodure qui est ensuite dissocié par pyrolyse sur un fil de tungstène incandescent par effet Joule. C'est une fabrication limitée et discontinue, grevée par la main-d'œuvre et le prix de revient du tétrachlorure, qui doit être purifié. Elle est coûteuse, malgré la récupération partielle, du magnésium et du chlore. Un procédé mieux adapté à une grande production est recherché. L'électrolyse, ignée ou non, rassemble le plus d'espoir. L'éponge, broyée en grenailles est fondue et coulée en

billettes ou lingots, puis le métal est transformé en tôles, fils, barres, profilés et pièces diverses.

Fusion et coulée du titane ou du zirconium sont des opérations délicates, en raison de l'activité de ces métaux aux températures nécessaires. On opère en atmosphère d'hélium ou d'argon, ou sous vide (*Vacuum schmelze*, A.-G. Hanau), dans un four à arc de préférence ou à induction. Pour le four à arc, le mieux est d'utiliser des électrodes de titane ou de zirconium. le graphite introduit du carbone dans le métal ; il faut éviter plus de 0,12 % C., ce qui n'est pas possible avec le four à induction, par suite de la température beaucoup trop élevée atteinte par le creuset. Le creuset est en graphite, faute de mieux, et la coulée se fait dans un récepteur de cuivre refroidi par une chemise d'eau. La fusion et la coulée utilisent les dispositifs les plus modernes de la métallurgie, qui assurent une grande production en continu, tout en livrant un métal de qualité, sain et homogène : fusion en deux temps, avec électrode consommable pour le second, lingotière verticale à fond déplaçable par système mécanique ou hydraulique. On fabrique couramment des billettes de une tonne et 0 m. 50 de diamètre, mais on peut déjà monter à deux tonnes et plus, par un four à arc à double fusion, automatique sous vide (*Titanium Metal Corporation*). Les alliages de titane ou de zirconium sont obtenus par addition des composants dans le four de fusion. Fusion et coulée ne se distinguent pas de celles des grands métaux par leurs réalisations et les masses en jeu, si ce n'est le travail en atmosphère rigoureusement inerte ou sous vide. Il en est de même pour la transformation en produits demi-finis.

Titane et zirconium massifs peuvent être travaillés dans l'air pendant des durées limitées jusqu'à 700 ou 900°. Les vitesses de fixation de l'oxygène et surtout de l'azote, comme les vitesses de diffusion à travers la surface altérée, restent suffisamment faibles. Forgeage et laminage sont faits habituellement vers 800° entre feuilles d'acier inoxydable ; on arrive à une épaisseur de 1/10 mm. La soudure se fait sans difficulté à l'arc dans l'argon ou l'hélium ; mais on peut utiliser aussi la soudure par points si le métal est bien décapé. Titane, zirconium, et leurs alliages se travaillent au tour, à la fraise, au foret, à la scie, avec des outils à carbures durs ; mais ces outils s'usent relativement vite, par réactions entre les solides favorisées par l'échauffement, qui est plus important que pour les aciers spéciaux. Des précautions sont nécessaires, surtout si le métal est détaché très divisé car il est pyrophorique. On travaille parfois sous l'eau ou sous huile et avec un travail lent. Le chaudronnage est possible, des déformations importantes étant tolérées à froid sans rupture : pliage, martelage, emboutissage. Le filage sous divers profils comportait une difficulté due à la forte tendance du titane de coler à la filière. Elle est surmontée par réalisation d'un isolement parfait entre la pièce

et l'outil ; un verre fusible coulé en continu avec le métal forme une gaine protectrice. C'est le procédé Sejournet, mis au point à la Société d'Electro-Chimie et des aciéries électriques d'Ugine, adopté par les U.S.A.

Le décapage du titane se fait bien par une solution alcaline forte, puis rinçage à l'eau, et lavage dans une solution nitrique-fluorhydrique diluée tiède.

Le titane a deux domaines d'application de choix : dans la construction aéronautique, en raison de sa faible densité, lorsque les alliages Al-Mg ne conviennent plus, soit que la température les proscrive ou que leurs caractères mécaniques soient insuffisants, et dans la construction navale pour sa résistance à la corrosion. Mais son module d'élasticité élevée l'a déjà conduit dans diverses autres constructions, pour de petites pièces ou de très grandes : armatures d'appareillages pour l'industrie chimique, supports, réservoirs ou corps, tuyères, enveloppes. Les avions militaires et les avions commerciaux utilisent déjà largement le titane et ses alliages, et en les localisant dans presque toute leur structure et organes moteurs : châssis, nacelle, carters, cylindres et pistons. Déjà, certains constructeurs font intervenir le titane pour 20 % du poids total de l'avion, au lieu de 2 % seulement il y a cinq ou six ans — au moins pour les appareils à réaction. Le titane y est irremplaçable pour les divers organes du compresseur ou de la turbine, et leurs liaisons : disques, stator, diffuseurs, lames, ailettes, et autres.

Le tantale est comparable au titane et au zirconium par certains caractères, qu'il présente même d'une manière très accentuée. Il s'en éloigne beaucoup par d'autres, avec avantage ou infériorité suivant le caractère considéré. Ainsi, le tantale résiste à tous les acides, eau régale comprise, sauf à l'acide fluorhydrique, et la corrosion électro-chimique lui est indifférente. Son nom évoque d'ailleurs cette inaptitude au « mouillage » en bain acide, comme l'incapacité à saisir l'eau du légendaire roi de Lydie qui y était pourtant plongé ; mais il commence à s'altérer dans l'air dès 300°, plus bas que le titane. Le Module de Young est presque le double de celui du titane ; et les autres caractères mécaniques marquent aussi une amélioration par rapport à ce dernier, mais parfois moins nette. La supériorité est plus accentuée pour les caractères électriques : coefficient d'émission thermoionique, et surtout émission électronique qui le rapprochent du tungstène, métal incomparable pour cela. La température de fusion du tantale, très voisine de 3.000°, beaucoup plus élevée que pour titane et zirconium, et son absence totale de volatilité jusqu'à 2.200° au moins, accentuent sa supériorité. Il est, de plus, très ductile et très malléable (on peut réduire l'épaisseur des feuilles à 5 μ, et produire des bandes de dimensions exceptionnellement petites), se soude bien, a une coefficient de dilatation très faible,

avantages concordants pour sa large utilisation en électronique : grilles, plaques, filaments. Le tantale a d'autres usages encore dans le domaine de l'électricité, notamment, sous forme d'oxydes, fortement diélectriques, résistant aux acides et à pouvoir redresseur, en poudres ou films, pour condensateurs à forte capacité sous faible volume, et pour soupapes électrolytiques ou redresseurs respectivement. Le tantale a une bonne conductibilité thermique, quadruple au moins de celle du titane, elle est comparable à celle de l'acier. D'où son utilisation pour les échangeurs thermiques : chemises, tubes, serpentins, condenseurs. Sa résistance à la corrosion, sa grande malléabilité, et l'aptitude au mouillage de ses surfaces qui peuvent être parfaitement polies lui assurent une place incomparable pour les transferts de chaleur à grand rendement en parois minces. Mais le tantale a une densité très élevée : 16,6, et c'est un élément rare : la lithosphère n'en contient guère que 2,1 gr. par tonne. Ses minerais sont toujours très pauvres et l'élaboration du métal nécessite un long traitement, surtout pour l'obtenir exempt de niobium qui l'accompagne en général. Le minerai usuel est un mixte oxydé de tantale et de niobium avec fer et manganèse : tantalite ou niobite (orthorhombique) suivant que tantale ou niobium y domine. Les deux variétés idéales s'écrivent $FeMnTa_2O_6$ et $FeMnNb_2O_6$, mais elles sont extrêmement rares, pratiquement les deux éléments satellites sont réunis en proportions très variables dans un sens ou dans un autre, même dans un gisement donné. Les principaux gisements sont en Australie, Afrique occidentale, Nigéria, Congo belge, Rhodésie, aux U.S.A. et au Brésil. Les mixtes tantalite-niobite sont du type salin plutôt que oxyde ; il s'agit vraisemblablement du tantalate-niobate de fer et manganèse. La koppite de Kaiserstuhl est un niobate de calcium très pauvre, avec présence de fer et Terres Rares, zircon et apatite, noyé dans de la calcite. Exempt de tantale, c'est un minerai précieux pour la production de niobium pur. Nb_2O_5 n'y compte que pour 0,2 % en moyenne, avec autant de zircon et jusqu'à 95 % $CaCO_3$. On la traite par voie chimique, après concentration physique qui élève son titre à 30 % Nb_2O_5 au plus pour en extraire l'oxyde de niobium (Fabrique de Produits chimiques de Thann et Mulhouse). La production mondiale annuelle ne dépasse guère 2.000 tonnes de concentré en minerai, dont les 8/10 au moins de niobite.

Moins dense que le tantale, d. = 8,57, plus fusible, f. = 2.415°, le niobium se place aussi entre ce métal et le zirconium pour la plupart de ses caractères mécaniques. On ne l'utilise guère que comme élément d'addition pour certains aciers ; il les stabilise, renforce leur résistance à la fatigue, et au fluage. Tantale et niobium sont élaborés à partir de leurs fluosel de potassium $[TaF_7]\ K_2$ et $[Nb_7]K_2$ auquel aboutit le traitement du minerai et qui est d'une purification facile. Le

métal en est extrait par réduction au soduium en creuset de force fermé ou par électrolyse, sous forme de poudre dans les deux cas. Puis il est transformé par frittage et étiré sous divers profils.

Le germanium, contrairement au titane, au zirconium et au tantale, n'apparaît intéressant que par ses propriétés radio-électriques. C'est un semi-conducteur par libération d'électrons sous diverses influences : agitation thermique, éclairement, bombardement nucléaire ou autre. Ses caractéristiques varient considérablement par addition d'autres éléments même très dilués, et suivant leur répartition. La conductibilité est influencée différemment avec possibilité de modifier les effets suivant deux types opposés, d'où de larges possibilités. Son domaine d'application par cela même très vaste, réunit des utilisations multiples avec une grande amplitude : redresseurs par diodes à pointes ou à jonctions, ce qui permet la mise en jeu de puissances respectivement très faibles et très élevées ou inversement de fréquences très élevées et très faibles — amplificateurs à cristaux, dits transistors à peu près isothermes et sans hystérésis, beaucoup plus avantageux que les lampes triodes. Les appareils à germanium sont toujours d'un très faible encombrement. Ils équipent déjà les circuits les plus divers, depuis les machines à calculer électroniques aux radars, et de multiples dispositifs les utilisent : en optique, acoustique, thermométrie en basses températures, ou autres.

Le germanium est obtenu généralement par réduction de son oxyde GeO_2 à l'hydrogène. Le tétrachlorure $GeCl_4$ sert d'intermédiaire au départ des matières premières. Une élaboration par électrolyse ignée du germanate de sodium additionné de fluorure de sodium a été mis au point récemment (Mme Barbier-Andrieux, thèse, Grenoble 1955). Ce corps simple a des caractères physiques et mécaniques tout autres que titane, zirconium et tantale. Aussi fusible que le cuivre (f. = 958°), léger (d. = 5,35), il s'écaille facilement et résiste assez mal aux diverses actions mécaniques.

Le germanium ne peut être considéré comme un élément très rare. La lithosphère en renferme autant que de tantale, mais il est très diffusé et lié au soufre dans les blendes, les houilles, les minerais de cuivre et de plomb.

Cette revue n'a retenu que les nouveaux métaux les plus en vue pour leurs applications, toutes récentes. Elle en a laissé de côté d'autres, parce que déjà plus anciennement établis dans la technique, comme glucinium et même magnésium, ou cérium, molybdène et tungstène, ou vanadium, dont la production s'accroît très vite et dont les applications s'étendent, ainsi que d'aucuns qui se distinguent peu de ceux-là ; c'est le cas spécialement du silicium qui s'apparente fort au germanium et du niobium que l'on a seulement signalé. Cependant, il y aurait bien

des choses intéressantes à dire. Le glucinium, notamment, aurait mérité d'être assez largement représenté. Découvert puis isolé par deux Français (Vauquelin (1798) et Bussy (1867), le glucinium pur a des applications scientifiques importantes ; c'est un générateur de neutrons sous bombardement X par transmutation ; sa transparence considérable aux rayons X en fait le métal de choix pour fenêtres de tubes générateurs. Parmi ses alliages, les bronzes spéciaux, qui en contiennent environ 2 %, sont très remarquables par leur élasticité élevée et la réunion des caractères de l'acier et du bronze courant. Mais il fallait choisir et se limiter.

J'ai cherché à faire apparaître l'immense perspective d'avenir qui commence à se dégager. Il en sera sans doute du titane, du zirconium et du tantale ce qu'il est advenu à l'aluminium, du magnésium ou du glucinium. Mais alors que ces derniers auront pris un siècle pour devenir des métaux industriels, l'on peut prévoir que les besoins de la technique et les grands moyens d'investigations précipiteront les réalisations. Il reste beaucoup à faire pour faciliter le passage des minerais aux métaux, pour produire des métaux purs, et pour améliorer l'économie des productions — problèmes essentiellement chimiques. C'est là un des aspects du renouveau dont la chimie minérale manifeste tant d'exemples en ses divers domaines, même parmi ses domaines anciens.

A. Chrétien.

Les livres reçus

AUDUBERT (René). — Des précipités colloïdaux aux macromolécules (La Science vivante, Presses Universitaires, Paris). 700 francs.

BAUER (Edmond). — Champs de vecteurs et de tenseurs (Masson et Cie, Paris).

BRILLOUIN (Léon) et PARODI (Maurice). — Propagation des ondes dans les milieux périodiques (Masson et Cie, Paris).

CHARLES (V.). — Problèmes élémentaires de Physique atomique et de Chimie nucléaire avec tableaux et solutions (Gauthier-Villars, Paris). 900 fr.

DAVID (P.). — Cours de Radioélectricité générale. Livre II : La Réception (Eyrolles, Paris). 4.950 francs.

DUBOIS (Emmanuel). — Electromagnétisme. II : Courant continu, Magnétostatique, Unités (Delagrave, Paris).

FRAISSE (Paul). — Manuel pratique de Psychologie expérimentale (Presses Universitaires, Paris). 1.200 francs.

FRANÇON (Maurice). — Le microscope à contraste de phase et le microscope interférentiel (Editions du C. N. R. S.). 1.000 francs.

(suite page 100)

Echos & Nouvelles

● *Un Palais international de la Science à l'Exposition de Bruxelles.* — Les autorités belges ont prévu la présentation de ce Palais à l'exposition de 1958. La France a été invitée à y participer, le C. N. R. S. et le Commissariat à l'Energie atomique ont accepté de préparer l'intervention de notre pays. Il s'agit de présenter, de façon claire et concrète, les conquêtes de la Physique, de la Chimie et de la Biologie au cours du dernier quart de siècle, dans les domaines de l'atome, du cristal et de la cellule vivante, les applications industrielles ou autres des principes exposés restant du ressort des grands pavillons nationaux.

● *Une nouvelle exposition scientifique de l'UNESCO.* — La cinquième exposition scientifique itinérante préparée par l'UNESCO sous le titre « L'Energie et ses transformations » a été d'abord présentée à Paris au Musée pédagogique ; elle circulera ensuite pendant trois ans à travers l'Extrême-Orient.

● *Résidus atomiques.* — D'après le Professeur M. Fontaine, le plancton des rivières sortant des centres atomiques américains est dix mille fois plus radioactif qu'à l'état normal — certains animaux emmagasinent aussi cent fois plus de radioactivité que l'eau dans laquelle ils vivent. Deux espèces de poissons ont déjà disparu du lac de White Oak situé dans les environs de Oak Ridge, d'autres connaissent des mutations tératologiques. Enfin, le dépôt dans le fond des océans des résidus de piles atomiques, dont certains gardent leur propriété durant des milliers d'années, pose des problèmes nouveaux et angoissants pour l'humanité.

C'est d'ailleurs à la suite de la communication faite par le Professeur Fontaine que la 43e Conférence du Conseil International pour l'Exploration de la Mer, réunie à Copenhague en octobre dernier, prit une résolution recommandant de manière urgente que ce sujet fasse l'objet d'une étude internationale et que des spécialistes de la physique, chimie, biologie et géologie sous-marine participent à toute commission chargée de disposer des résidus atomiques.

SUR LE ROLE POSSIBLE DU GRAPHITE DANS LA BIOGÉNÈSE

par Marthe ARCOS et Joseph C. ARCOS

Les théories diverses qui ont été élaborées sur la genèse de la Vie se sont préoccupées plus particulièrement de l'origine des substances organiques composant la matière vivante, des conditions énergétiques de la synthèse des protéines primaires, de la présence ou de l'absence de l'oxygène dans l'atmosphère, etc. Cependant un problème plus fondamental existe à la base de ces questions. Des travaux récents semblent montrer que le fonctionnement, la spécificité et la potentialité des molécules protéiniques ne dépendent pas tellement de la composition en acides aminés, mais plutôt de leurs interrelations, c'est-à-dire de la structure et de la configuration (1), en un mot de la forme de la molécule (2, 3).

La dénaturation irréversible d'un enzyme, en dépliant partiellement ou totalement la chaîne polypeptidique, détruit l'activité sans nécessairement toucher à la composition en acides aminés. Ainsi forme et fonction semblent être essentiellement liées dans la matière vivante.

Comme à l'échelle moléculaire et cellulaire la spécificité est transmise aux descendants sous forme d'organisation interne on peut poser la question avec Blum (4) : « Comment, lorsque la Vie n'existait pas encore, des substances se sont-elles formées, qui sont actuellement indispensables aux systèmes vivants et qui cependant ne peuvent être synthétisées que par ces mêmes systèmes. » Madison (5) a interprété cette question comme une suggestion intuitive, que les premières molécules protéiniques étaient formées par des systèmes non-protéiniques plus primitifs. Dans un travail récent Blum a suggéré (6) que la biogénèse des protéines présuppose un support de distribution analogue ou complémentaire, sur lequel la structure périodique de la protéine pouvait être formée, en partant de substances distribuées statistiquement dans une solution. La duplication serait ensuite une hypothèse possible dans un système vivant et métabolisant.

Le calcul des motifs structuraux a montré, qu'une analogie de distribution, postulée par l'hypothèse de Blum, existe entre les plans réticulaires du graphite et les plans polypeptidiques dans les protéines..

I. - Aperçu sur la structure et les propriétés catalytiques du graphite.

Il est bien connu, que la ressemblance des dimensions moléculaires et des symétries joue un rôle important dans les phénomènes d'adsorption et de catalyse. Storfer (7) avait déjà montré que la déshydrogénation du cyclohexane en benzène se fait aisément au contact du graphite en poudre, mais non du diamant pulvérisé. L'importance de la correspondance stéréochimique dans cette réaction est encore soulignée par le récent travail de Smith, Pierce et Cordes (8). Ces auteurs ont montré, en se basant sur les isothermes d'adsorption, que les molécules adsorbées du cyclohexane sont légèrement déformées de façon que tous les groupes —CH_2— sont en contact avec la surface du graphite. On pouvait s'y attendre, comme corollaire de l'aspect stéréochimique, que l'activité catalytique du graphite soit plus grande lorsque les hexagones élémentaires, constituant la structure, ont une orientation régulière. C'est ce que montrent en effet les résultats de Pascal et de ses collaborateurs (9), qui ont obtenu un meilleur rendement dans la trimérisation de l'acétylène en benzène, si le noir d'acétylène employé comme catalyseur était utilisé sous forme de dépôt régulier sur un support plan. Contrairement au graphite en poudre, ce dépôt est formé de couches régulières parallèles à la surface.

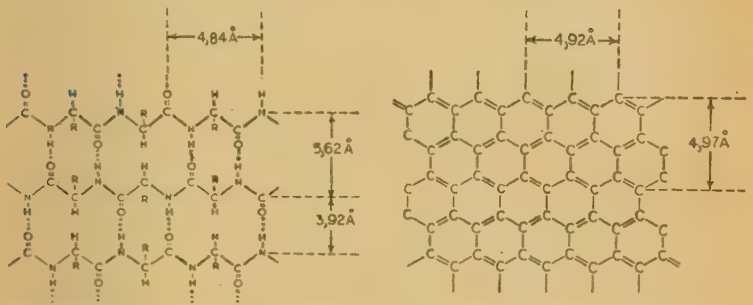
Un autre cas intéressant est la catalyse par le graphite de la cyclisation de l'o.-aminobiphényle en carbazole (10). On sait que la coplanéité moléculaire ne se réalise pas déjà dans le cas du biphényle. La représentation graphique de cette structure montre en effet (11) que la coplanéité est entravée même avec un rayon de (v. d. Waals) 1 Å pour les atomes d'hydrogène. Ainsi l'état réel de la molécule serait le résultat d'une compétition entre, d'une part l'encombrement stérique entre les deux paires d'atomes d'hydrogène en position ortho de la liaison intercyclique et, d'autre part la résonance tendant à restaurer la coplanéité de la structure. Les résultats expérimentaux sont contradictoires au sujet de l'angle formé par les deux plans (12).

Pour expliquer l'action catalytique du graphite dans cette cyclisation, on peut admettre tout d'abord qu'à la température ambiante les plans benzéniques de l'o.-aminobiphényle peuvent occuper toutes les positions possibles dans l'ouverture d'un angle de 90°. Mais par suite de l'empêchement stérique dû aux substituants, la probabilité des positions augmente avec l'angle formé par les plans. Avec l'élévation de la température du milieu, l'énergie de la molécule augmentera proportionnellement avec 3/2 RT et finalement la position coplanaire participera aussi aux états possibles de la molécule. Cependant comme la cyclisation s'accompagne de réactions secondaires, ces dernières jouent le rôle de facteur limitant.

L'action catalytique du graphite joue précisément par augmentation de la probabilité de la position coplanaire par adsorption sur sa surface, et ainsi compression des volumes van der Waals en position ortho de la liaison intercyclique. C'est-à-dire, en présence de graphite, des températures réactionnelles plus basses suffiront pour réaliser la coplanéité, favorable à la fermeture du cycle. Comme dans le cas du cyclohexane, les éléments du graphite et de la molécule d'o.-aminobiphényle montrent une corrélation de structure.

II. - L'analogie de la structure réticulaire des protéines et du graphite.

On sait que dans les liaisons de valence secondaire la force d'interaction est maxima lorsque le rapprochement des deux partenaires est réalisé à un degré élevé, ce qui présupposera des *formes* et *dimensions géométriques* semblables (13). Fig. 1 montre qu'une telle ressemblance existe précisément entre les pseudo-cycles (14) des surfaces polypeptidiques dans les protéines (15). Les valeurs utilisées dans le calcul des dimensions du réseau sont : C = C (graphite) 1,42 Å, C — C (aliphatique) 1,54 Å, C — N 1,47 , C = O 1,10 Å, liaison hydrogène N-H...O 2,82-2,85 Å (11).



Pseudo-cycles à liaison hydrogène dans un plan polypeptidique.

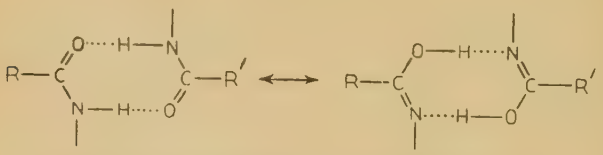
Un plan réticulaire de graphite.

Fig. 1

Nous avons déjà montré ailleurs (16) l'importance de l'analogie structurale dans l'activité cancérigène des hydrocarbures polycycliques condensés, qui peuvent être considérés par rapport au réseau réticulaire du graphite comme des groupes finis.

L'analogie des plans polypeptidiques et graphitiques est encore soulignée par l'existence dans les protéines de :

1.) Résonance dans les pseudo-cycles (17), due aux liaisons hydrogène, tendant à rapprocher les groupes —CO— et —NH— et assurant la coplanéité des plans polypeptidiques (18) :



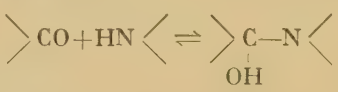
Formules-limites résonnantes dans les pseudo-cycles polypeptidiques.

Fig. 2

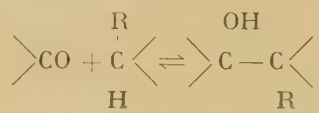
Le changement brusque dans l'activité enzymatique, qui accompagne la dénaturation, indique que les niveaux d'énergie dans les protéines, semblables à ceux des molécules polyconjuguées, sont en relation avec la configuration régulière de la protéine native. Le caractère de double liaison de la liaison peptidique a été également postulé par Carpéni et Chouteau (19).

2.) La possibilité de formation de liaisons entre deux chaînes polypeptidiques voisines par :

a) Transfert de proton. Ce cas peut être regardé comme un état limite de la liaison hydrogène. Ainsi un proton peut être échangé entre des groupes —CO— et —NH— voisins, suivant la tautomérie lactame-lactime :



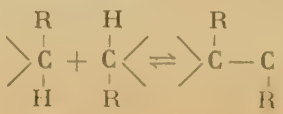
ou par inversion cétone-énolique :



(20, 21).

De telles inversions se font aisément et dans le cas des protéines l'instabilité est augmentée par la mobilité stérique des chaînes polypeptidiques (22), facteur déterminant l'état de l'équilibre dans cette classe de composés.

b) Elimination d'hydrogène entre deux chaînes polypeptidiques, par suite du changement du r_H (22) :



III. - Le graphite : catalyseur possible dans l'auto-synthèse des protéines primaires.

La synthèse des protéines dans la cellule a été formulée par Jordan (23) et Friedrich-Freska (24) comme une duplication. Une interprétation basée sur la mécanique quantique ou sur l'attraction électrostatique permet de formuler un modèle où sur la surface d'une protéine étalée des acides aminés viennent se placer, chacun au-dessus d'une molécule identique. Les acides aminés ainsi assemblés contractent des liaisons peptidiques grâce à l'énergie fournie par des liaisons phosphorées (25), ou par d'autres sources.

L'idée que comme pour la cristallisation une molécule formant noyau puisse servir à y apposer la même substance, possède un appui dans l'existence même des réactions catalytiques. Un exemple biochimique intéressant est la formation enzymatique de glycogène à partir du glucose-l-phosphate, catalysée par des traces de ce même polysaccharide (26) ou de l'amidon (27). La substance ajoutée comme initiateur (« starter ») agit apparemment comme un germe cristallin.

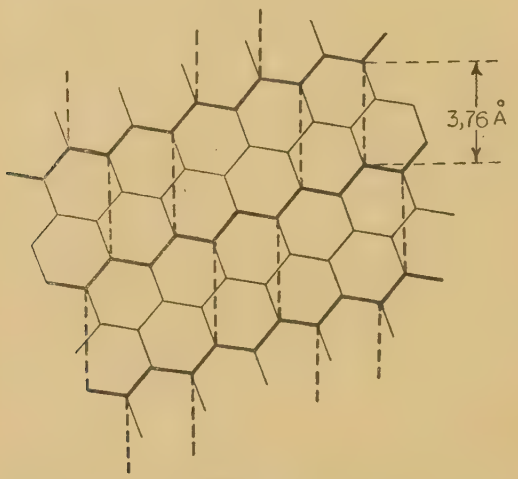
Ainsi, on peut élaborer l'hypothèse suivante pour la formation des protéines primaires :

Dans les océans archaïques, avant l'apparition de la Vie sur la Terre, des composés chimiques très variés étaient présents : amines, hydrocarbures, acides aminés, hydrates de carbone, etc. La synthèse de ces composés peut être attribuée à des réactions thermo-chimiques statistiques dues au fonctionnement volcanique, à la photosynthèse élémentaire (28), à des décharges électriques dans un mélange de gaz appropriés (29), etc.

La composition des météorites (30) suggère que des formations géologiques, contenant du graphite, pouvaient être en contact avec les eaux terrestres (31).

Le graphite possède sur sa surface des affinités libres. Dans un milieu approprié il y adsorbera et orientera des composés divers tendant à masquer ces affinités. Mais comme la force mutuelle d'attraction est fonction de la complémentarité ou de l'analogie structurale (13), la préférence sera donnée aux molécules, dont les dimensions géométriques et les symétries sont compatibles avec la structure de la surface adsorbante (orientation mutuelle de cristaux d'espèces différentes). Précisément, l'orientation des acides aminés peut être telle, qu'elle soit favorable à la formation de la liaison peptidique. L'énergie libre nécessaire à la formation de cette liaison (4-7 kcal/mol.) (25) pouvait être éventuellement fournie par l'adsorption même (32), en accord avec les vues de Jordan (23). Boyd et col. (33) et Lepin (34) ont signalé en effet que des surfaces cristallines, telle la surface du graphite, sont favorables à la formation de compo-

sés pendant l'odsorption. On peut dire avec Dauvillier et Desguin (28) que les protéines primaires poussaient sur les bords des cycles aromatiques comme des cristaux de givre. Fig. 3 fait précisément ressortir que les périodes du graphite favorisent une disposition des chaînes polypeptidiques (lignes grasses), telle que les atomes de C et N dans les groupes —CO— et —NH— soient à une distance de 3,76 Å environ (lignes brisées). Cette distance correspond approximativement à celle de la liaison entre les atomes C et N de deux chaînes polypeptidiques voisines dans un plan (3,92). Les chaînes polypeptidiques subiraient un glissement latéral après décollement de la surface catalytique, par suite de l'action stabilisante de la résonance interne dans les pseudo-cycles (17, 18).



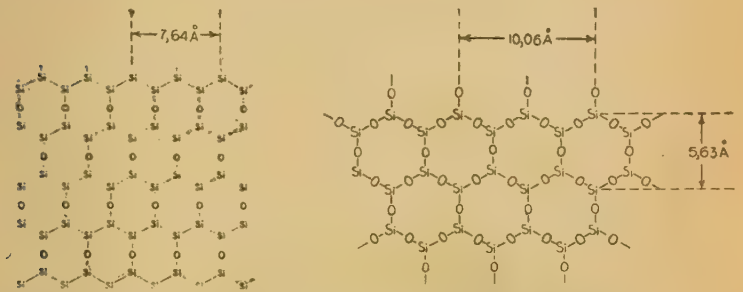
Représentation d'un schéma de la formation d'un plan polypeptidique sur une surface réticulaire de graphite.

Fig. 3

Le quartz auquel un rôle identique a été attribué dans la biogénèse (35), est rare dans les météorites (30, 31). De plus les dimensions géométriques et les périodes des unités hexagonales dans le réseau du quartz, des silicates ou du siloxène sont très différentes de celles des pseudo-cycles dans les protéines (fig. 4).

Les limites des dimensions de ces macromolécules devaient dépendre des phénomènes semblables à celles du cristal, qui leur a donné naissance. Glangeaud (36) a rappelé, que les dimensions minima d'un cristal sont imposées par les conditions de stabilité du réseau, tandis que les dimensions maxima sont liées

aux phénomènes de convection déclenchés par les inégalités de saturation au voisinage et par les lacunes du réseau. Schrödinger (37) d'une part, et Ogston (2) d'autre part, admettent que des causes semblables régissent la taille des molécules protéiniques. La région douée d'activité enzymatique ne correspondrait qu'à une très faible fraction de la surface des molécules à poids moléculaire élevé (2).



Réseau probable du siloxène. Réseau de silicate.

Fig. 4

Périodiquement ces protéines, ou systèmes symbiotiques composés de telles protéines (38), subissaient des crises géochimiques les poussant à raffiner leurs structures pour les rendre plus adaptables à des conditions variées (31).

IV. - Relation entre la biogénèse et la carcinogénèse.

Une comparaison peut être faite entre les macromolécules protéinoïdes primaires à l'origine de la Vie et certaines protéines à fonction-clef dans les cellules cancéreuses.

Miller et Miller ont montré (39) que dans le foie du Rat, maintenu sur un régime contenant du p.-diméthylaminoazobenzène, le colorant cancérigène s'unit à une fraction protéinique dans les cellules normales, mais non dans les cellules des tumeurs déjà formées. Buu-Hoï a interprété ce fait comme une « primitivisation » des protéines en question, qui deviendraient ainsi inaptes à fixer des substances naturelles de régulation de la croissance (40). Similairement, Haddow admet (41) que la dédifférentiation biologique de la cellure cancéreuse va de pair avec une dédifférentiation chimique, avec la perte d'un mécanisme contrôlant normalement la synthèse protéique. Dans un travail récent sur le mécanisme de la carcinogénèse chimique nous avons suggéré (42) que la « perte » du site spécifique de régulation de la croissance consiste en un changement dans la configu-

ration native de cette région moléculaire, dû aux hydrocarbures ou colorants cancérigènes. Des travaux encore non publiés (43) de notre laboratoire semblent montrer, en effet, que la distribution électrophorétique d'une fraction soluble des protéines du foie du Rat subit une altération identique, si le p.-diméthylaminoazobenzène agit « in vitro » sur la protéine ou s'il est incorporé au régime des animaux.

Malmgren et coll. (44) ont montré que les colorants et hydrocarbures cancérigènes ont une action dépressive sur la formation des anticorps, contrairement aux composés de structure semblable mais inactifs. Une action similaire a été notée également pour le virus du sarcome de Rous (45). On peut interpréter ces faits comme une forme explicite de l'hypothèse de Fieser (46), selon laquelle l'activité cancérigène dépendrait parmi d'autres facteurs, d'un caractère spécifique de distribution de la molécule. Ainsi la dépression de la formation d'anticorps et l'activité cancérigène seraient attribuables à une distribution appropriée de sites d'interaction dans la molécule. La coïncidence des périodes des pseudo-cycles polypeptidiques avec celles de deux séries de cycles dans le graphite (fig. 1) et la disposition angulaire des hydrocarbures cancérigènes suggèrent que les valences libres fractionnaires des atomes de carbone aux bords extérieurs parallèles des hydrocarbures pourraient être des sites d'interaction importants. Cette dernière remarque peut éventuellement fournir une explication pour la perte d'activité des 1,2-benzanthracènes monométhylsubstitués actifs, par introduction d'un deuxième groupe méthyle dans le cycle angulaire.

Par suite des divers sites d'interaction (région K, liaisons par hétéro-atomes, dipôles, forces de résonance et de dispersion, liaison-hydrogène) convenablement distribués, une surface moléculaire protéinique peut s'adapter aux surfaces plus rigides des molécules d'hydrocarbures, colorants ou hauts polymères cancérigènes, grâce à « l'adaptabilité de configuration » (47) de son réseau. Cette adaptation est conditionnée par des facteurs stériques, par l'état d'équilibre des forces de surface, mais surtout par la correspondance de la distribution caractéristique des sites d'interaction dans les deux partenaires. Cependant la coïncidence des périodes et des symétries, ici comme pour l'orientation mutuelle de cristaux d'espèces différentes, peut avoir une tolérance très grande. Pour les protéines l'adaptation est particulièrement facilitée par l'extrême plasticité des forces qui maintiennent sa configuration. L'adaptation de la surface protéinique est donc possible sur les molécules les plus diverses et n'ayant aucune parenté chimique entre elles. La seule limite imposée est la stabilité même de l'édifice protéinique : si les symétries et les périodes sont très différentes, la molécule ne s'adaptera pas ou sa structure sera désorganisée.

Lors de l'adaptation à une surface moléculaire plus rigide, un certain nombre de liaisons dans le réseau moléculaire sera rompu. Selon la nature de la protéine ces liaisons rompues trouveront ou non dans leur proximité stérique des positions libres avec lesquelles elles pourront former des liaisons nouvelles. L'adaptation, le changement de configuration de la protéine peut donc être réversible ou irréversible. Cependant la dénaturation réversible est presque toujours accompagnée de dénaturation irréversible. Si l'on attribue à une telle protéine des propriétés enzymatiques et d'auto-synthèse, l'adaptation de sa surface à une molécule étrangère, son changement de configuration, amènera des altérations dans le fonctionnement enzymatique. Mais comme ces divers changements dans la configuration dépendent précisément de la structure et de la forme de la molécule étrangère, parallèlement varieront la nature ou l'intensité du fonctionnement enzymatique (42). Un récent travail de Creech et son école (48) a apporté une preuve intéressante concernant l'influence de la taille et de la structure des molécules cancérigènes sur la configuration des protéines formées en leur présence. La réponse immunologique d'un sérum contenant des anticorps contre l'antigène (9,10-diméthyl, 1,2-benzanthracène)-protéine est évidemment fortement positif avec ce même antigène, mais également avec le (1,2-benzanthracène)-protéine et (3,4-benzprène)-protéine. La réaction est par contre plus faible avec le (1, 2, 5, 6-dibenzanthracène)-protéine, où le groupe spécifique possède une structure nettement différente de celle de l'antigène.

Lors de la cancérisation chimique, par suite de l'action « dénaturante » de la molécule cancérigène, la configuration complexe d'un enzyme-clef serait ramenée à une configuration très simple, tels les plans polypeptidiques coplanaires superposés (42 c), semblables à ceux que nous avons postulé pour les protéines primaires. C'est ce que suggère également la coplanéité des hydrocarbures et colorants cancérigènes. En conclusion, la transformation d'une cellule normale en cellule cancéreuse peut être regardée comme une rétrogradation dans l'évolution, à l'échelle moléculaire et cellulaire. La simplification enzymatique (41, 49), immunologique (50), fonctionnelle (51), anabolique (52) et la dédifférentiation histologique même des cellules tumorales semblent également militer en faveur de cette hypothèse.

Le changement de la configuration des protéines est probablement à la base de nombreux phénomènes pharmacologiques et enzymatiques, comme l'a montré le beau travail de Delbrück et Sato (1). On sait que certaines souches de bactériophages doivent être activées pour pouvoir s'adsorber à la surface de la bactérie à attaquer. Jusqu'à présent les seuls facteurs activants connus étaient certains acides aminés et leurs analogues structuraux. Ces auteurs ont montré maintenant, que l'urée peut activer

ou dénaturer le bactériophage, suivant les conditions expérimentales. La dépendance de la cinétique des deux processus de la concentration, température et pH rappelle la dénaturation des protéines simples par ce même composé. Suivant la conclusion des auteurs, la configuration de certaines protéines sur la surface du phage peut avoir plusieurs états stables, dont l'équilibre dépend de la concentration de substances à bas poids moléculaires (tel l'urée).

D'un point de vue plus général, cet aspect de la cancérisation est une forme explicite — à l'échelle moléculaire — des idées de Rondoni (53) et Ambrose (54) sur l'entropie plus élevée de la cellule cancéreuse. Convergeant vers la même conclusion par des voies différentes, ces auteurs pensent que la cellule subissant une transformation cancéreuse passe d'un état moins probable à un état plus probable, à l'état d'un système ayant une entropie plus élevée. On remarquera qu'à l'échelle moléculaire, c'est précisément la disposition parallèle et coplanaire des chaînes polypeptidiques qui permet la formation d'un nombre maximum de liaisons hydrogène entre les groupes peptidiques et de combinaisons diverses entre les groupes fonctionnels des chaînes latérales. C'est donc à cette configuration que l'entropie la plus élevée doit être attribuée, parmi les configurations possibles d'une molécule protéinique.

Summary.

A reticular plane of the graphite and a polypeptide layer of a simple protein model (15) *show close similarity in their structures and periods. Thus the graphite seems to satisfy the steric requirements of a catalyst for the synthesis of primary proteins, as postulated by Blum* (6). *On the basis of this observation a model of synthesis of the primary proteins is visualized.*

The possibility of a structural relationship between such primary proteins and certain reversibly denaturable proteins in malignant cells is discussed.

Marthe Arcos et Joseph C. Arcos,
Mc Ardle Memorial Laboratory,
University of Wisconsin
Madison, Wis., U. S. A.

BIBLIOGRAPHIE

(1) M. Delbrück et G. Sato, Science, *122*, 874 (1955).
(2) A. G. Ogston, Ann. Rev. Biochem., Stanford, Calif., 1955.
(3) G. J. Martin, Comm. au 128e Congrès du Am. Chem. Soc., Minneapolis, 1955.
(4) H. F. Blum : « Time's Arrow and Evolution », Princeton Univ. Press, 1951.
(5) K. M. Madison, Evolution, 7, 211 (1953).
(6) H. F. Blum, American Scientist, *43*, 595 (1955).
(7, E. Storfer, Z. Elektrochem., *41*, 540 (1935).

(8) R. N. Smith, C. Pierce et H. Cordes, J. Am. Chem. Soc., *72*, 5595 (1950).
(9) P. Pascal, Bassière et Gross, Comm. personnelle du Prof. P. Pascal.
(10) C. Conover, U.S.P., 2.479, 211 (1949) et 2.481, 292 (1949).
(11) L. Pauling : « The Nature of the Chemical Bond », Cornell Univ. Press, Ithaca, 1940.
(12) J. Dhar, Indian J. Physics, 7, 43 (1932).
L. W. Pickett, Proc. Roy. Soc., *A 142*, 333 (1933).
K. Lonsdale, Z. Krist., *97*, 91 (1937).
(13) W. Kossel, Angew. Chem., *A 59*, 125 (1947).
T. Förster, Angew. Chem., *A 59*, 27 (1947).
(14) Communication personnelle du Prof. F. Bergmann.
(15) L. Pauling, J. Am. Chem. Soc., *62*, 2463 (1940).
(16) J. C. Arcos et M. Arcos, Comptes Rendus, *241*, 777 (1955).
(17) K. Wirtz, Z. Naturforsch., *2 a*, 264 (1947) et *2 b*, 94 (1947).
(18) M. G. Evans et J. Gergely, Biochim. Biophys. Acta, *3*, 188 (1949).
(19) G. Carpéni et J. Chouteau, Comptes rendus, *236*, 1354, 1423 (1953).
(20) W. T. Astbury, J. Text. Inst. Manchester, *27*, P 282 (1936).
(21) W. T. Astbury et D. M. Wrinch, Nature, *139*, 798 (1937).
(22) A. Frey-Wyssling : « Submicroscopic Morpholoy of Protoplasm and Its Derivatives ». Elsevier, Amsterdam (1952).
(23) P. Jordan, Phys. Z., *39*, 711 (1938) ; Z. Immunitätsf., *97*, 330 (1940).
(24) H. Friedrich-Freksa, Naturwiss., *28*, 376 (1940).
(25) H. Borsook, Rapport au 3e Congrès Intern. Biochimie, Bruxelles, 1955.
R. B. Lotfield et P. C. Zamecnik, Commu. au 128e Congrès du Am. Chem. Soc., Minneapolis, 1955.
(26) G. T. Cori et C. F. Cori, J. Biol. Chem., *131*, 397 (1939).
(27) C. S. Hanes, Proc. Roy. Soc., *B 129*, 174 (1940).
(28) A. Dauvillier et E. Desguin : « La Genèse de la Vie », Hermann, Paris, 1942.
(29) S. L. Miller, Science, *117*, 528 (1953).
(30) B. Mason : « Principles of Geochemistry », John Wiley, New-York, 1952.
(31) A. Gulick, American Scientist, *43*, 479 (1955).
(32) E. Storfer, Z. Elektrochem., *41*, 198, 868 (1935).
(33, G. E. Boyd et H. K. Livingston, J. Am. Chem. Soc., *64*, 2383 (1942).
(34) L. K. Lepin, Uspekhi Khim., *9*, 533 (1940).
(35) J. D. Bernal : « The Physical Basis of Life », Routledge and Kegan Paul, London, 1952.
(36) L. Glangeaud, Rev. Gén. Sci., *62*, 147 (1955).
(37) E. Schrödinger : « What is Life ? », Cambridge Univ. Press, 1947.
(38) A. I. Oparin : « The Origin of Life », Dover, New-York, 1953.
(39) E. C. Miller et J. A. Miller, Cancer Res., 7, 468 (1947).
(40) N. P. Buu-Hoï, Arch. Geschwülstforsch., *6*, 19 (1953).
(41) A. Haddow, Ann. Rev. Biochem., Stanford, Calif., 1955.
(42) J. C. Arcos et M. Arcos, Naturwiss, *42*, 608 (1955), *42*, 651, (1955).
J. C. Arcos et M. Arcos, Bull. Soc. Chim. Belges, *65*, 5 (1955).
(43) J. C. Arcos, J. A. Miller, et G. H. Wirtz. Résultats non publiés.
(44) R. A. Malmgren, B. E. Bennison et T. W. Mc Kinley, Proc. Soc. Exp. Biol. Med., *79*, 489 (1952)
(45) I. A. Parfentjev et F. Duran-Reynals, Science, *113*, 690 (1951).
(46) L. F. Fieser, Comm. au 1er Symposium on Chemical-Biological Correlation, Washington, 1950.

(47) F. Kabush, J. Am. Chem. Soc., *72*, 2705 (1950).
(48) H. J. Creech, communication personnelle, résultats sous presse.
(49) J. P. Greenstein : « Biochemistry of Cancer », Acad. Press. New-York, 1954.
(50) E. Weiler, Z. Naturforsch., *7 b*, 324 (1952).
H. N. Green, Brit. Med., J., II, 1374 (1954).
(51) W. T. Burnett, B. Anderson, E. L. Gadsden et J. Furth, Federation Proc., *13*, 21 (1954).
(52) A. L. Babson et T. Winnick, Cancer Res., *14*, 606 (1954).
(53) P. Rondoni, Advances in Cancer Res., III, Acad. Press., New-York, 1955.
(54) E. J. Ambrose, Brit. J. Cancer, *8*, 259 (1954).

Les livres reçus

GOTTSCHALK (Welter-Helbig) et HEDLUND (Gustav-Arnold). — Topological Dynamics (American Mathematical Society, Providence).
JOUGUET (Marc). — Traité d'Electricité théorique. II : Electrocinétique et Magnétostatique (Coll. Sc. et Tech. du C. N. E. T., Gauthier-Villars, Paris).
KAHAN (Théo). — Les cavités électromagnétiques et leurs applications en radiophysique (Mémorial des Sc. Physiques, Gauthier-Villars, Paris). 1.600 francs.
LANGHAAR (H.-L.). — Analyse dimensionnelle et théorie des maquettes (Dunod, Paris).
LA TOISON (M.). — Ultra-violet visible, Infra-rouge (Eyrolles, Paris). 1.500 fr.
LEES (A.-D.). — The Physiology of Diapause in Arthropods (Cambridge University Press). 12/6.
LEWIS-GAZIN (C.). — A Review of the upper Eocene Artrodactyla of North America (Smithsonian Institution, Washington).
Mc GREGOR (Rob Roy). — Les Silicones et leurs emplois (Eyrolles, Paris). 2.500 francs.
METAIS (Pierre). — Mariage et équilibre social dans les Sociétés primitives (Inst. d'Ethnologie, Paris).
MONSALLON (A.). — Initiation au Calcul matriciel (Vuibert, Paris). 700 fr.
PAILLOUX (H.). — Elasticité (Mém. des Sciences Mathématiques, Gauthier-Villars, Paris). 1.000 francs.
POLLACZEK (Félix). — Sur une généralisation des polynômes de Jacobi (Mém. des Sciences Mathématiques, Gauthier-Villars, Paris). 1.000 francs.
RASETTI (Franco). — Lower Cambrian Ptychopariid Trilobites from the Conglomerates of Quebec (Smithsonian Institution, Washington).
REIMANN (A.-L.). — Technique du vide (Dunod, Paris). Relié toile : 3.600 fr.
ROMANOVSKY (V.). — L'Homme-poisson et ses conquêtes (Stock, Paris). 750 francs.
STRENZKE (K.), LESSE (H. de) et DENIS (J.). — Mocrofaune du sol de l'Eque Groenland. Vol. I : Arachnides (Act. Sc. et Indust., Hermann, Paris). 800 fr.
SYNGE (J.-L.). — Relativity. The Special Theory (North Holland Publishing C°, Amsterdam). 38 florins.
VIGIER (Jean-Pierre). — Structure des micro-objets dans l'interprétation causale de la théorie des Quanta (Gauthier-Villars, Paris). 3.000 francs.
Colloque sur les questions de réalité en Géométrie (Liége, mai 1955) (Thone, Liége et Masson, Paris). 1.900 francs.
BRINKMAN (H.-C.). — Applications of spinor invariants in atomic Physics (North Holland Publishing C°, Amsterdam). 11 florins.

Le tricentenaire du grand Naturaliste

TOURNEFORT

(1656-1708)

par Paul JOVET

Tournefort acquit, de son vivant, une éclatante notoriété dans des disciplines variées. Il fut surtout un grand botaniste. A l'occasion du tricentenaire de sa naissance, évoquons sa vie et son œuvre [1].

« Joseph Pitton de Tournefort naquit à Aix-en-Provence le » 5 juin 1656, de Pierre Pitton, Ecuyer, Seigneur de Tournefort » et d'Aimare de Fagouë, d'une famille noble de Paris. » (Fontenelle).

Au Collège des Jésuites d'Aix, il étudia avec facilité les lettres et spécialement le latin... mais il s'échappait pour herboriser ! Son père désirait que, cadet de la famille, il entrât dans les ordres : il le fit admettre au séminaire. Tournefort fréquentait le jardin d'un apothicaire d'Aix et « il pénétroit par adresse » et par présens dans tous les lieux fermez où il pouvoit croire » qu'il y avoit des Plantes » (Fontenelle). Un jour, il faillit être lapidé par des paysans.

Son père meurt en 1677. Un oncle maternel, habile médecin, l'encourage à « suivre son inclination ». En 1678, Tournefort herborise en Savoie et en Dauphiné. En 1679, à Montpellier, il étudie la médecine, l'anatomie et les plantes du Jardin botanique établi par ordre de Henvi IV. En avril 1681, il « démontre les plantes » aux médecins et étudiants de Barcelone. Il explore ensuite les Pyrénées. Pour garder un peu d'argent, il ruse avec les « Miquelets Espagnols » qui le dévalisent : « il enfermoit ses Reaux dans du pain si noir et si dur... qu'ils le lui laissoient avec mépris » (Fontenelle). Un jour, la cabane où il couchait s'effondre : il se tire difficilement des décombres.

En 1683, « Mme de Venelle, Sous-Gouvernante des Enfans de France », le présente au célèbre Fagon qui avait entendu tenir sur lui d'élogieux propos de « tant d'endroits différents et toujours avec tant d'uniformité » : Tournefort devient « sous-démonstrateur de Botanique » au Jardin Royal des Plantes (voir plus loin).

Par ordre du Roi, et pour enrichir le Jardin Royal des Plantes, il voyage en Espagne, au Portugal, en Angleterre ; en

Hollande, pays ennemi, le professeur de botanique, Herman, lui propose sa succession ; le traitement était bien supérieur à la pension qu'il touchait à Paris : il refuse par patriotisme.

En 1691, l'abbé Bignon le fait entrer à l'Académie Royale des Sciences. En 1694, il fait paraître ses *Elémens de Botanique ou Méthode pour connoître les Plantes* (3 vol. in-8°, 451 planches par Aubriet [2], dont il donne la traduction latine : *Institutiones rei herbariæ,* 1700, 3 vol. in-4°, 476 pl. [3]. En 1697, il avait répondu aux critiques adressées à son système de classification en publiant : *De optimo methodo,* etc.

Tournefort utilise les caractères de la fleur et du fruit pour grouper les plantes en genres ; « après quoi les différences ou » de la Racine, ou de la Tige, ou des Feuilles feront les diffé- » rentes espèces » (Fontenelle). Au-dessus des genres, il établit les classes ; il reconnaît 22 classes : on en trouvera le tableau dans l'*Histoire de la Botanique en France* (1954), p. 37. Les caractères de la corolle permettent de distinguer les Monopétales (= gamopétales), Polypétales (= dialypétales), Apétales et d'établir des familles « naturelles » comme les Labiées, Crucifères, Ombellifères. La majorité des genres et des espèces qu'il a créés ont été conservés. En 1703, il publie *Corollarium Institutionum rei herbariæ,* etc., qui contient la description de 1.356 plantes qu'il a récoltées durant son voyage au Levant : les unes, nombreuses, se rangent dans les 673 genres qu'il avait antérieurement établis ; pour les autres, il ne créa que 25 genres nouveaux. Il eut le grand tort de conserver le partage des végétaux en herbes et arbres, éloignant ainsi des plantes qui appartiennent à la même famille. Il montra la valeur discriminative des caractères de la corolle et posa le principe de la subordination des caractères. Artificiel, comme d'ailleurs tous les systèmes de classification, celui de Tournefort permettait de trouver très rapidement à quelle classe appartenait la plante qu'on examinait : c'était, à l'époque, un énorme progrès. Tournefort distingue, en outre, les Lichens, les Mousses, les Champignons.

Lauthier écrit que le microscope permit à Tournefort de « découvrir des tuyaux où les sucs de la terre se filtrent » et servent à nourrir les végétaux. Tournefort ne parvint pas à comprendre le mécanisme de la fécondation « du Palmier ». Il étudia les effets de la greffe, de la gelée (éclatement des vaisseaux), des moisissures que le microscope lui révéla comme de « petites parasites » ; les piqûres d'insectes causent les galles, etc.

En 1698, Tournefort est reçu Docteur en Médecine de la Faculté de Paris, puis nommé Professeur en Médecine au Collège Royal (= Collège de France). Au retour de son voyage au Levant, il ne retrouva qu'une partie de la clientèle que sa réputation lui avait attirée.

En 1698 également paraît l'*Histoire des Plantes qui naissent aux environs de Paris* [4]. Elle est divisée en 6 Herborisations, mais l'Herborisation VI s'intitule : « Où l'on traite des Plantes » qui naissent en plusieurs endroits des environs de Paris, dont » on n'a point parlé dans les Herborisations précédentes ». Dans ce volume, Tournefort mentionne toutes les espèces récoltées au cours des herborisations qu'il conduisait ; aux descriptions, il joint les « analises chimiques que l'Académie en avait faites ». Ses indications d'espèces et de localités n'ont pas été toutes reproduites avec exactitude par ceux qui s'occupèrent ultérieurement de la « flore parisienne ». Tournefort n'employait pas encore la nomenclature binaire ; pour être assuré d'établir une synonymie exacte entre ses dénominations et les noms actuels, il faut se reporter constamment aux échantillons conservés dans son Herbier [5]. En excellent état, son Herbier est conservé à Paris, au Muséum National d'Histoire Naturelle.

Le 5 mars 1700, Tournefort quitte Paris pour accomplir un voyage au Levant, par ordre du roi et sur la proposition de Pontchartrain. Il embarque à Marseille avec le peintre Aubriet et un botaniste allemand. Ils visitent Candie, l'Archipel, Constantinople, les côtes de la mer Noire, l'Arménie, la Géorgie, mais la peste les empêche de parcourir la Syrie et l'Egypte. Ils débarquent à Marseille le 3 juin 1702. La relation de ce voyage parut sous forme de lettres adressées à Pontchartrain. Seul, le premier volume fut imprimé du vivant de Tournefort. Aux observations sur les plantes en sont jointes d'autres sur les animaux, les minéraux, les hommes (commerce, habitudes, villes, etc.). Il parut plusieurs éditions de ce *Voyage du Levant* : celle qui sortit de l'imprimerie royale (dont les 2 volumes sont datés 1717) fut traduite en anglais, en allemand, en hollandais ; une autre édition en français est datée d'Amsterdam, 1718.

Relativement à son activité au Jardin du Roi, rappelons les renseignements suivants consignés par Paul Lemoine [6]. « A partir de 1680, Fagon, devenu premier médecin du Roy, se fait remplacer dans sa Chaire de Chimie... et dans sa place de sous-démonstrateur de Botanique » ; dans cette dernière, c'est Tournefort qui le supplée de 1683 à 1700. Durant son voyage au Levant, Tournefort est remplacé par Morin, — à qui il dédiera un genre nouveau. A son retour (1702), Tournefort reprend sa place. Quand Pierre d'Aquin, « démonstrateur de l'intérieur des plantes », démissionne, sa charge est attribuée à Tournefort par lettres patentes du 16 avril 1708.

On possède les affiches de son cours pour 1702, 1703, 1708. Ce cours comportait 31 leçons : 4 pour les Arbres et 27 pour les autres Plantes. Une partie de ses leçons se retrouve dans *Schola Botani, sive Catalogus Plantarum... in Horto Regio Parisiensi...*, Amsterdam, 1699 ; l'auteur, Simon Warton, qui suivit les cours de Tournefort pendant trois ans, serait, d'après Lauthier qui se

réfère à une note manuscrite de Tournefort, le botaniste anglais Guillaume Sherard.

Dans le Jardin du Roi, en 1694, Tournefort replante l'Ecole de Botanique : les herbes se trouvaient à l'emplacement actuel des serres ; il groupe les arbres sur une partie de la surface comprise entre l'allée et la rue de Buffon (A. Guillaumin). Deux *Acer creticum*, qu'il planta en 1702, existent encore dans le grand labyrinthe.

Naturaliste, médecin, physicien, chimiste, Tournefort avait réuni non seulement une collection d'objets d'histoire naturelle, mais aussi un droguier, des documents ethnographiques ; il légua ce *Cabinet* au Roi. Il remit de nombreux *Mémoires* à l'Académie. En 1717, parut un *Traité de la matière médicale*, « ouvrage posthume de M. Tournefort, mis à jour par M. Besnier ». Ses manuscrits semblent actuellement perdus.

En allant à l'Académie, dans la rue Copeau, Tournefort est heurté à la poitrine par le timon d'une charrette. Trop confiant dans l'excellence de sa santé, il négligea le sérieux avertissement donné par un crachement de sang, n'écouta pas ses amis, continua à assumer toutes ses charges et fonctions. Quelques mois plus tard, il expirait : 28 décembre 1708.

Son *Eloge* fut prononcé à l'Académie des Sciences par un savant, lui aussi parfaitement intègre, l'illustre Fontenelle.

Paul JOVET.

BIBLIOGRAPHIE

1. Tous les biographes de TOURNEFORT tirent leurs renseignements de l'*Eloge* prononcé par FONTENELLE, le 10 avril 1709, à l'Académie des Sciences. Le texte se trouve reproduit au début du vol. I du *Voyage du Levant*, éd. 1717 et de l'édition en français datée d'Amsterdam 1718. Dans cette dernière se trouve également la *Lettre à Monsieur Begon*, de LAUTHIER. — Consulter les pages consacrées à Tournefort par Ad. DAVY DE VIRVILLE dans l'*Histoire de la Botanique en France* (8e Congrès Intern. Bot., Paris, 1954) ; le nom de Tournefort apparaît très fréquemment dans ce volume.

2. Une édition des *Eléments*, augmentée des suppléments donnés par Antoine DE JUSSIEU, parut en 1797.

3. Nne 3e éd. des *Institutiones*, par Antoine de JUSSIEU, parut en 1719.

4. En 1725, Bernard DE JUSSIEU fait paraître une 2e éd. de l'*Histoire des Plantes qui naissent...*

5. Voir les remarques contenues in P. JOVET : *La Flore de Sèvres et de Meudon, d'après Cornuti et Tournefort*, Un. des Soc. Fr. d'Hist. nat., n° 16, janvier 1954.

6. Paul LEMOINE. Le Muséum National d'Histoire naturelle, son histoire, son état actuel. *Archives du Muséum, volume du Tricentenaire*, 1935. Cf. pp. 8, 23, 29.

Une cause de la décadence de la Science Française : L'INSUFFISANCE DES TRAITEMENTS

par Raymond FURON

La *Revue générale des Sciences* a pour mission de mettre ses lecteurs au courant des progrès de la Science. Actuellement, la Science française subit une crise très grave, parallèle à celle dont souffre la Nation entière. Il est de mauvais ton d'en parler, mais étant donné que tout le monde connaît les causes du mal, il a paru au contraire souhaitable de rappeler certaines vérités élémentaires, ce qui est une façon de traiter un des aspects de la recherche scientifique.

Avec des tremblements dans la voix et des effets de manchettes, des parlementaires font des discours dominicaux sur la Science française, les Savants français, la Culture française, le Rayonnement français à l'étranger, etc..., etc. Ces discours sont bons pour des électeurs illettrés, mais il faut tout de même dire la vérité de temps à autre et dire simplement pourquoi la France est tombée à l'extrême rang des nations civilisées, en ce qui concerne la recherche scientifique. Cette affirmation brutale est confirmée et démontrée par le petit nombre de Prix Nobel d'une part, et d'autre part, par la mauvaise qualité des études primaires, secondaires et supérieures.

Après ces paroles malsonnantes, nous dirons tout de suite pourquoi. C'est parce que l'Etat refuse des traitements honorables aux fonctionnaires de l'Enseignement en général et à ceux de l'Enseignement supérieur en particulier. Il fallait le dire tout crûment afin que tout un chacun le comprenne clairement, puis ensuite il faut en administrer les preuves.

Cette décadence n'est pas due à un accident brusque. Ce n'est pas une conséquence de la guerre de 1939-45, pas même de celle de 1914-18, c'est le résultat d'une politique singulière, basée sur des grilles de salaires. Cette politique est telle que l'élite de la population tend de plus en plus à vivre sa vie en dehors du service de l'Etat.

La situation dans l'Enseignement primaire est facile à résumer : il n'y a pas assez d'écoles et il n'y a pas assez d'instituteurs. Pourquoi ? parce que l'Etat ne veut pas leur consacrer une part suffisante de son budget. La chose n'est pas nouvelle. Avant la guerre de 1914, Buisson, l'organisateur de l'Enseignement primaire, se lamentait en constatant que le pourcentage d'illettrés en France avait tendance à augmenter, qu'il atteignait le minimum avoué de 5 %.

Après Buisson et après la guerre de 1914-18, c'est Edouard Herriot qui reconnaît le même fait à la Chambre des Députés : « Il est bien inquiétant, dit-il, de constater que la France, malgré toutes ses légitimes prétentions à la civilisation et à la haute culture, soit encore le pays comptant le plus d'illettrés. » (18 février 1921.)

Sur ce point particulier, on ne peut que rappeler les interventions de Bérard à la Chambre en 1921 : « Si la crise de recrutement de l'Enseignement primaire, disait-il, est dans cinq ans ce qu'elle est aujourd'hui, la République aura le choix, pour ses instituteurs, entre des maîtres congréganistes et des laïques illettrés. »

La situation s'est aggravée depuis la guerre de 1939-45, puisqu'il n'y a même pas assez d'écoles pour recevoir les enfants que l'Etat réclame en grand nombre et à grands frais. Les instituteurs peuvent rester dévoués à leur tâche, ils ne sont pas assez nombreux pour y faire face et leur recrutement est très difficile du fait de la modicité des traitements de début.

La situation est pire dans l'Enseignement secondaire (dit du second degré). Tout d'abord, il n'y a pas suffisamment de Lycées. Dès lors, le bénéfice de l'enseignement est réservé aux élèves ayant passé un concours d'entrée dans la classe de 6e. Je me permets de croire que cette sélection ne correspond pas à une sélection intellectuelle, mais à l'impossibilité d'assurer l'enseignement. Déclarer à des enfants de onze ans qu'ils sont inaptes à faire des études ressort de la plaisanterie.

Le seul côté pittoresque de cette « sélection » est d'obliger des professeurs de l'Etat à envoyer leurs enfants dans des établissements « libres », d'où ils sortent bacheliers comme tout le monde...

Les programmes s'allongent en volume et diminuent en heures de travail. Jeudis, dimanches, 3 mois de grandes vacances, Noël, Pâques, etc., représentent environ 200 jours de repos et 160 jours de travail par an, soit cinq mois. Encore ces 160 jours comportent-ils des « loisirs dirigés ». Plus de la moitié des candidats sont reçus au baccalauréat. Les jeunes bacheliers ont le crâne bourré d'un prodigieux fatras, mais pour la plupart, ils ignorent le français, l'histoire, la géographie et les notions scientifiques élémentaires. La faillite de l'Enseignement secondaire est telle qu'il a fallu créer un enseignement de Propédeutique pour permettre aux jeunes bacheliers de comprendre les cours de l'Enseignement supérieur.

Quant au personnel de l'Enseignement secondaire, disons tout de suite que son recrutement est si difficile qu'on peut citer un concours d'agrégation récent, qui pour 60 postes vacants n'a trouvé que 70 candidats, dont 30 seulement ont pu être reçus malgré toute la bonne volonté du jury. L'agrégation n'est plus

un concours difficile, c'est un examen où tous ceux qui arrivent à la moyenne de 10 sur 20 sont reçus. Encore les gagnants ne restent-ils pas tous dans l'Enseignement. Un jeune agrégé a tout intérêt à faire carrière à la S. N. C. F., aux Charbonnages de France, à l'Electricité de France ou à la Compagnie des Compteurs à gaz. Ici encore, les traitements sont trop inférieurs à ceux du secteur nationalisé ou libre.

Dès 1921, M. Edouard Herriot a tiré les conséquences de cette politique : « C'est la porte ouverte, disait-il, à l'incapacité. Il est bien évident que, dans les concours d'admission, si le nombre des candidats est égal ou inférieur ou à peine supérieur au chiffre du contingent à recruter, il n'y a plus ni choix, ni sélection possible. C'est l'admission d'office des inaptitudes et des nonvaleurs. Vous n'aurez plus que des laissés pour compte des autres professions. » (E. Herriot, 18 février 1921.) Nous n'avons pas à commenter ce texte pessimiste.

Nous n'en retiendrons que l'abaissement considérable du niveau du baccalauréat depuis 80 ans.

*
**

Nous en arrivons à l'essentiel de notre propos : l'Enseignement supérieur et la Recherche scientifique.

Le départ fut plutôt mauvais, marqué par la mise à mort de Lavoisier en 1794, à l'époque où la République n'avait pas besoin de savants. L'Université de France fut réorganisée par Napoléon 1er en 1808. Elle distribua des diplômes de Licence et de Doctorat, préparant aux plus hautes carrières de l'Etat et plus particulièrement (en ce qui nous concerne ici) à la recherche scientifique. Pendant un siècle, l'enseignement et la recherche se poursuivirent parallèlement au progrès technique, l'un entraînant l'autre et réciproquement. La France fut parmi les nations civilisées l'un de celles qui avaient le plus de savants célèbres. Cela dura jusqu'à la fin de la « belle époque » et la décadence commença.

Nous la saisissons au lendemain de la guerre de 1914-18. En 1921, lors de la révision des traitements, le Ministère avait *oublié* l'Enseignement supérieur. Le Sénateur Perrier, rapporteur de la Commission de l'Enseignement supérieur, s'en est étonné avec amertume : « Enseigner la science est une haute mission, dit-il, mais *créer la science* est mieux encore et c'est là qu'est la véritable fonction de l'Enseignement supérieur. On paraît trop l'oublier quand on discute des rapports et des valeurs qui existent entre les divers ordres d'enseignements. »

On voit poindre le mal : il faut doser les traitements afin de ne pas faire de jaloux ! Bérard remarquait à la même époque : « Il est de fait que l'élite des intelligences et des caractères ne

se sent plus du tout attirée vers les carrières universitaires. Si l'enseignement ne se recrutait plus dans l'élite, quelle élite pourrait bien former l'enseignement ? »

Un peu plus tard, en 1925, un membre de l'Enseignement supérieur, Henri Mathieu, publie (sous le pseudonyme d'Henri Maillart) un livre « L'Enseignement supérieur » où le mal est dénoncé avec beaucoup de perspicacité et de franchise.

Le recrutement devenait difficile. La guerre de 1939 survint. La situation était déjà désastreuse. J'écrivais alors : « C'est le résultat d'une politique persévérante, qui a relégué les travailleurs intellectuels au plus bas degré de l'échelle des salaires. On n'en avait aucun besoin et c'est tout. L'élite doit-elle mourir de faim ? Doit-elle « faire autre chose », du commerce ou « des affaires » et s'occuper de bien vivre ? Les derniers fanatiques qui resteraient pourraient se distraire en lisant ceux des travaux étrangers qui seraient venus jusqu'à eux. Ils verraient bien que tout peut se faire sans eux, et même très bien. *La France achèterait ses idées à l'étranger,* comme du cuivre, de la laine ou du charbon... » J'ajoutais (et j'ajoute encore) : « J'insiste sur la carence monstrueuse dont nous n'avons pas encore mesuré toutes les conséquences, parce que des spécialistes de haute culture ne se fabriquent pas en série au gré des besoins. »

Les politiciens ont beaucoup parlé de la misère des Laboratoires, mais pas de la situation personnelle de ceux qui y travaillent.

Actuellement, beaucoup de Laboratoires sont franchement insuffisants. Rappelons pour mémoire les célèbres laboratoires du P.C.B. parisien, où les étudiants de 2e année n'ont accès ni aux cours, ni aux travaux pratiques, faute de place. On bâtit un petit peu, mais l'Etat ou la ville sont impuissants à déloger les marchands de vin après 50 ans de palabres...

Quant aux traitements, ils sont ridiculement bas par rapport aux services rendus et par rapport à ceux du secteur atomique ou libre. Donnons tout de suite des chiffres. Un professeur titulaire de la Faculté des Sciences de Paris reçoit 120.000 francs par mois de traitement soumis à retenue pour la retraite, plus quelques indemnités de résidence, de fonction (!) et de métro. Ce sont des chiffres qui font rire les commerçants. Au bout de 30 ans de service, il a droit à 60.000 francs de retraite par mois. S'il vient à mourir, sa veuve n'en aura plus que 30.000. Voilà les chiffres exacts et voilà pourquoi beaucoup de jeunes universitaires préfèrent travailler dans la grande industrie.

Les scientifiques rompus aux techniques de recherche sont très appréciés dans l'industrie et beaucoup quittent le service de l'Etat. L' « Etat » le sait, car l' « Etat » sait tout. Pour compenser ce désordre financer de ses fonctionnaires les plus pré-

cieux, il tolère les cumuls. Dès lors, un professeur, au lieu d'exercer la profession pour laquelle il est payé, fait des cours dans plusieurs établissements, devient expert, etc. Il ne fait plus de recherche, mais s'occupe seulement de gagner de l'argent comme tout le monde, afin d'assurer à sa famille une vie moins médiocre. Il n'oublie pas que ses élèves, placés dans l'industrie, reçoivent 300.000 francs par mois. J'ai parlé des « fonctionnaires les plus précieux ». Je n'ignore pas que le facteur ou le gardien de musée sont indispensables à la bonne marche de leur service, mais lorsqu'un poste s'y trouve vacant, il est immédiatement pourvu, du fait qu'il y a 25 candidats armés de lettres de recommandation. A l'inverse, un poste d'assistant au Muséum est resté vacant pendant plus d'un an, faute de candidats.

Le personnel enseignant fait partie d'une *élite* intelligente (à cerveau bien irrigué), venue par sélections successives de toutes les couches sociales. L'industrie a plus particulièrement *besoin* de cette élite et lui offre des traitements proportionnés aux services rendus. L'Etat les lui refuse pour des raisons de pure démagogie, pour ne pas contrarier certaines catégories d'électeurs.

Je veux citer encore quelques opinions. Le Professeur Marcel Prenant écrit : « Enseignants, bibliothécaires et chercheurs sont scandaleusement déclassés par rapport aux emplois de l'économie privée, à ceux du secteur semi-public (et même par rapport à d'autres fonctionnaires). Cette situation rebondit de façon douloureuse sur les budgets familiaux d'abord, sur le recrutement de la haute culture et de la recherche fondamentale ensuite. Si elle devait durer, il serait exclu que la France se maintienne au niveau scientifique qu'elle occupe encore (*Bulletin mensuel Enseignement supérieur et Recherche scientifique,* 1955, n° 10-12, p. 1).

Au cours d'une réunion de la section d'organisation du Conseil supérieur de la recherche scientifique et du progrès technique, M. Henri Longchambon a remis à M. Georges Guille, secrétaire d'Etat à la présidence du conseil chargé de la recherche scientifique et de l'énergie atomique, le compte rendu des travaux du Conseil supérieur au 1er janvier 1956.

Voici les conclusions de ce rapport :

« 1°) La proportion de jeunes gens qui se consacrent effectivement à la recherche est assez faible par rapport à l'ensemble de ceux qui ont reçu une formation scientifique ;

2°) L'effectif global d'ingénieurs et de chercheurs est insuffisant pour satisfaire les besoins d'une économie en expansion. La commission est favorable à toute mesure qui permettrait d'orienter un plus grand nombre de jeunes gens vers les disciplines scientifiques ; elle souhaite parallèlement que les grandes écoles puissent recruter un plus grand nombre d'élèves ;

3°) Les prévisions élaborées par la commission en ce qui concerne l'extension à prévoir d'ici à 1965 ne prétendent pas avoir une valeur définitive ; elles ne sont qu'une contribution à une étude plus générale qui tiendrait compte des problèmes particuliers de l'économie française. Celle-ci, pour réaliser le programme de production qu'elle s'est fixé, manque d'ingénieurs et de chercheurs appartenant à la plupart des disciplines. Une augmentation importante du potentiel industriel rendrait plus grave encore le déséquilibre entre le volume des équipements et l'effectif des spécialistes. Les établissements d'enseignement, tels qu'ils sont organisés actuellement, seraient incapables de mener à bien la tâche de formation qui est la leur. »

Puis enfin, nous terminerons par un texte d'un parlementaire, M. Charles Viatte, ancien président de la Commission de l'Education nationale : « Il n'y a qu'un moyen d'en sortir, écrit-il, c'est, pendant un bon nombre d'années de surpayer les scientifiques. Et c'est dans l'Université qu'il faut commencer puisque la clé de notre avenir se trouve à l'Université. Il faut que les élèves voient dans leurs professeurs scientifiques des hommes de situation enviable, aussi enviable que celle des meilleurs médecins, des meilleurs avocats, des plus riches commerçants de leur quartier ou de leur ville. Il faut qu'ils sachent que s'ils arrivent à acquérir un nom par un travail scientifique original, la société les honorera autant que s'ils écrivaient un roman pornographique ou une pièce de théâtre à succès... Je ne vois que cette solution valable, il faut surpayer les scientifiques... L'expérience actuelle montre que la loi de l'offre et de la demande aboutit à une impasse puisqu'il n'y a plus de scientifiques. » (*Le Monde*, 9-12-55.)

Effectivement, il n'y a pas de solution de remplacement. Certains organismes, sans doute plus près des réalités, se résignent à cette énormité administrative : payer le travail à sa valeur. L'Assistance publique vient de s'attacher les services de quatre médecins à temps plein au tarif de 4 millions par an. Exemple salutaire et précédent heureux. Nous arrêterons peut-être l'hémorragie, mais n'oublions pas qu'en 1955 encore, deux maîtres éminents, deux professeurs de Faculté ont quitté l'Université pour l'industrie...

Il est déjà bien tard, car le retard acquis ne se rattrapera pas avant 20 ou 25 ans, lorsque, depuis l'Ecole primaire jusqu'à l'Institut de France, on ne prendra plus que les *meilleurs*. Au lieu de subventionner l'Alcool, l'Etat pourrait peut-être subventionner la Science...

Comme ce n'est pas un article de polémique, nous nous arrêterons à l'exposé des faits, mais il était bien de dire dans la *Revue générale des Sciences*, les causes banales de la décadence scientifique française et le remède qu'il serait aisé d'y apporter.

Raymond Furon.

NOMINATIONS

M. Dufay est nommé professeur titulaire d'Astronomie de la Faculté des Sciences de Lyon.

M. Esclangon est nommé dans la chaire d'Energétique appliquée de la Faculté des Sciences de Paris (ancienne chaire des Hautes Températures transformée).

M. Joly, Professeur sans chaire, est nommé titulaire de la chaire de Biologie générale de la Faculté des Sciences de Strasbourg.

M. Seguy est nommé titulaire de la chaire d'Entomologie du Muséum National d'Histoire Naturelle.

M. Roger Heim, Directeur du Muséum National d'Histoire Naturelle est renouvelé dans ses fonctions pour une période de cinq ans.

CONGRÈS ET RÉUNIONS SCIENTIFIQUES

Assemblée générale de la Fédération Française des Sociétés de Sciences naturelles. Cette Assemblée s'est tenue le 25 février dernier au Muséum.

XX^e Semaine de Synthèse, 12, rue Colbert, à Paris, du 17 au 28 avril 1956, sur le thème : « Notion de structure et structure de la connaissance ». Les exposés concerneront : la pensée logique (R. Martin, 18 avril), les mathématiques (D. Lacombe, 19 avril), la théorie physique (O. Costa de Beauregard, 20 avril), les systèmes philosophiques (V. Goldschmidt, 21 avril), la biologie (A. Vandel, 23 avril), le cerveau et l'intégration consciente (P. Chauchard, 24 avril), la sociologie (G. Gurvitch, 25 avril), la psychologie (G. Berger, 26 avril). Discussion générale, le 27 avril, sur l'existence de plusieurs structures possibles pour la synthèse des sciences.

Réunion de l'Association des Physiologistes de langue française, les 30, 31 mai et 1^er juin 1956, à la Faculté de Médecine de Paris, rue des Saints-Pères.

Congrès de la Société Mathématique d'Autriche, Vienne, 17-22 septembre 1956. Renseignements : Technische Hochschule, Karl Platz, Wien 4.

XV^e Congrès International de Chimie pure et appliquée (Chimie Analytique), Lisbonne, 9-16 septembre 1956. Le programme provisoire qui vient de paraître peut être demandé au Secrétariat général : Instituto Superior Tecnico, Av. Rovisco Pais, Lisbonne.

Réunion de la Fédération française des Sociétés de Sciences naturelles (Paris, 25 février 1956.)

Le Secrétaire général étant M. P. Vayssière, Professeur au Muséum, le Secrétariat général est maintenu 57, rue Cuvier, à Paris (5^e). Le Président fait part de plusieurs décès : MM. Griaule, Robert Lévy, Bertin.

Conseil de la Fédération : en remplacement des membres sortants, sont élus : MM. Cailleux, Causeret, Dupuis, Pellegrin, Mlle Tétry. — *Année Biologique :* après adoption du rapport du Secrétaire, MM. Fauré-Frémiet et Rabaud sont nommés Directeurs honoraires et MM. Buvat, Fontaine, Wolff, élus Directeurs. — *Office central de Faunistique* : lecture du rapport du Directeur et renouvellement du Comité. — Ensuite, trois autre rapports sont encore présentés et adoptés : ceux du *Comité français des Sciences biologiques* et du Trésorier (celui-ci ayant été approuvé par les Commissaires aux comptes) et, enfin, le rapport sur le fonctionnement de la Fédération en 1955.

Nouvelles. — Deux nouvelles sociétés viennent de s'affilier à la Fédération ; mais il faut déplorer qu'un nombre trop élevé de sociétés de sciences naturelles n'aient pas encore adhéré. — M. le Professeur P. Chouard propose la création d'un Office de Floristique. — M. A. Cailleux expose ensuite les grandes lignes du projet établi, avec l'appui du gouvernement canadien, par les « Expéditions Polaires Françaises », d'une Expédition biogéographique franco-canadienne qui aurait lieu durant l'été 1957. — « A la suite d'accords intervenus entre la Fédération française des Sociétés de Sciences naturelles et l'Union des Sociétés françaises d'Histoire naturelle, les bulletins de ces deux organismes sont fusionnés » ; on doit regretter que la périodicité reste trimestrielle, ce qui constitue un gros inconvénient pour annoncer les congrès, sessions, etc. On trouvera, dans le n° 1 de ce bulletin, la liste des Sociétés déjà adhérentes et les statuts de la Fédération.

Paul Jovet.

AUDUBERT (René). — Les ions en solution. — Deux volumes brochés (14 × 19) : I. Equilibres électrochimiques. II. Cinétique électrochimique. 328 pages, 98 fig., 53 tabl. Paris, 1955, Presses Universitaires de France. Prix : 1.400 et 1.200 francs.

Cet ouvrage rendra de grands services à tous les étudiants désireux de s'initier aux principaux problèmes concernant les ions en solution. Ces problèmes, M. Audubert les a séparés en deux parties bien distinctes : dans un premier tome l'auteur envisage les aspects thermodynamiques de l'électrochimie, dans le second les aspects cinétiques.

Etant donné le public auquel s'adresse ce livre, l'auteur a, à juste titre, éliminé au maximum les références aux articles originaux.

TOME I. - Le premier chapitre expose en quelques pages les propriétés générales des électrolytes (lois de Kolrausch, d'Ostwald, etc...). Les deuxième et troisième chapitres traitent respectivement des électrolytes faibles et des électrolytes forts. Trente-trois pages sont réservées aux propriétés électrochimiques des systèmes dispersés. A propos des électrolytes forts, on trouvera les perfectionnements mathématiques apportés par Gronvall, La Mer et Sandved à la théorie de Debye et Hückel. L'auteur expose ensuite sa théorie des interactions et systèmes dispersés, les théories de Debye et Hückel, Falkenhagen, Onsager, Bjerrum. Le quatrième chapitre (trente-huit pages) traite de l'hydratation des ions.

TOME II. - Les trois premiers chapitres exposent les données classiques et la théorie moderne de la surtension. Viennent ensuite deux chapitres sur le potentiel électrocinétique et sur la théorie de la surtension et les phénomènes électrochimiques. On pourra peut-être regretter de ne trouver que quelques pages à la fin du livre sur le très important problème de la corrosion.

Marc LAFFITTE.

A. BISANTI. — Etude des couplages et du décalage de phase des transformateurs. — Eyrolles, Paris, 1955, 62 pages, 53 figures. Prix : 500 fr.

Dans cet opuscule, l'auteur étudie, pour tous les couplages possibles, le décalage de phase entre primaire et secondaire des transformateurs triphasés et expose une méthode permettant de résoudre les trois problèmes :

a) de la détermination des connexions à réaliser pour obtenir un décalage de phase donné ;

b) de la détermination du décalage de phase correspondant à un montage donné ;

c) de calculer les enroulements et de déterminer les connexions des transformateurs multiplicateurs de phase.

M. PARODI.

CLARK (J. G. D.). — L'Europe préhistorique. Les fondements de son économie. — Un vol. in-8 de la **Bibliothèque scientifique,** 491 pages, 183 figures et 8 planches. Paris, 1955, Payot éditeur. Prix : 2.200 fr.

vient de paraître

TOME II DE L'ENCYCLOPÉDIE FRANÇAISE (FONDATEUR : ANATOLE DE MONZIE)

Président du comité de rédaction : Lucien Febvre. Directeur : Gaston Berger, Directeur Général de l'Enseignement supérieur, tous deux Membre de l'Institut.

LA PHYSIQUE

sous la direction de Louis de Broglie, Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences, Membre de l'Académie Française, Prix Nobel de Physique.

Outre une abondante contribution personnelle, l'illustre savant a orienté le volume, il en a fixé le plan, il en a animé la rédaction. Il a choisi ses collaborateurs parmi les maîtres les mieux qualifiés pour exposer une partie où ils excellent : **Mme Irène Joliot-Curie, MM. Bauer, Cabannès, Chazy, E. Darmois, G. Darmois, Dupouy, F. Joliot, Mauguin, Néel, Pérard, F. Perrin, Ribaud et plus de trente autres physiciens français d'aujourd'hui.** De tels noms garantissent la haute qualité de l'ouvrage. Le lecteur y trouvera, consignés en leur état le plus récent, les progrès d'une science dont l'importance grandit sans cesse. Ces données neuves sont présentées, non comme un ouvrage de vulgarisation qui trahit trop souvent les auteurs originaux, mais comme un ensemble de synthèse, cherchant à « recomposer l'harmonie interne de notre monde ».

Un volume, reliure mobile rouge ou verte (qui permet une mise à jour ultérieure), 26 × 31 cm, 508 pages très illustrées, 16 planches hors texte, 240 figures dans le texte, 16 pages d'index : 7 500 F taxe locale incluse.

Grandes facilités de paiement. Renseignements et prospectus-spécimen chez les libraires et 114 Bd Raspail, Paris 6.

LAROUSSE

dépositaire général

L'ouvrage de J. G. D. Clark marque une date importante dans le cadre des études préhistoriques. A de rares exceptions près, les livres de Préhistoire traitent de techniques et de paléontologie. Celui-ci ne néglige pas la technologie, mais il va bien au-delà en reconstituant patiemment le mode de vie des hommes qui ont vécu entre le 12e millénaire avant notre ère et les débuts de l'histoire, entre le temps de la chasse et de la cueillette et celui des civilisations urbaines.

Le premier chapitre montre les relations des zones écologiques et des stades économiques. Ensuite, l'auteur relève patiemment les innombrables documents qui sont trop souvent négligés : la qualité et la quantité des ossements retrouvés dans les débris de cuisine, le matériel de chasse et de pêche, les renseignements retrouvés sur les habitations.

Dès lors, tout un monde se reconstitue. D'après la nature et l'âge des animaux retrouvés, on peut distinguer des campements d'été ou d'hiver et connaître la quantité relative de gibier disponible et préféré. Il en est de même avec les végétaux recueillis. Plus tard, on peut encore distinguer la quantité relative de gibier et d'animaux domestiques, de plantes sauvages et cultivées. On commence à avoir des documents sur la forme des habitations et des agglomérations des derniers millénaires, sur diverses industries, sur le commerce, les voyages et les moyens de transport, voire même la construction de routes garnies de poutres, pouvant supporter le passage des voitures.

Bref, il a tout un ensemble passionnant qui intéressera un très large public. Ajoutons enfin que l'illustration est excellente ainsi que la traduction due à M. Jean Gouillard. Enfin, l'ouvrage se termine par 30 pages de bibliographie.

R. FURON.

DAUDEL (Pascaline). — La radioactivité au service de la chimie et de l'industrie. — Préface par Irène Joliot-Curie. Un vol., 217 p. Collection la « Science vivante » dirigée par R. Audubert, Paris, 1955, Presses Universitaires de France édit.

Ce volume constitue une mise au point très complète sur l'utilisation des radioéléments artificiels en chimie et dans l'industrie comme traceurs ou indicateurs radioactifs. Le chapitre premier expose le principe de la méthode des indicateurs radioactifs, les procédés d'extraction des radioéléments, les méthodes de synthèse des molécules marquées, les méthodes de détection et de mesure de l'intensité du rayonnement. Le chapitre II étudie l'application de la méthode des isotopes radioactifs à la recherche des mécanismes des réactions chimiques. Le chapitre III étudie les différents processus des réactions d'échange. Le chapitre IV montre notamment l'emploi de la méthode des indicateurs radioactifs en analyse chimique et décrit les différentes méthodes de dosage. Le chapitre V indique quelques applications des radioindicateurs dans l'industrie : résistance des matériaux, métallurgie, industries diverses. Un tableau des caractères des principaux isotopes radioactifs et une série de feuilles de manipulations complètent l'ouvrage. Chaque chapitre est suivi d'une bibliographie très complète classant les nombreux travaux consacrés à l'emploi des indicateurs radioactifs.

G. PETIAU.

Pierre DAVID. — Cours de Radioélectricité générale ; tome IV : Propagation des ondes. — Eyrolles, Paris, 1955, 220 pages. Prix : 1.900 fr.

Dans les tomes antérieurs ont été données la théorie du rayonnement et celle de la propagation des ondes électromagnétiques dans un milieu diélectrique homogène, isotrope et sans pertes. Le présent ouvrage traite excellemment d'une question plus délicate qui correspond beaucoup plus à la réalité physique : la propagation des ondes autour de la terre. Ce problème

fait intervenir la courbure et les inégalités superficielles du globe terrestre et aussi les propriétés du milieu où cheminent les ondes, formé de couches d'air qui peuvent être réfringentes, absorbantes et ionisées.

Un premier chapitre rappelle les divers types de courant qui peuvent se propager dans les milieux homogènes : diélectriques, conducteurs, semi-conducteurs, ionisés ; leur vitesse et leur affaiblissement. Dans les deux suivants sont étudiés la réflexion, la réfraction et la distribution du champ électromagnétique au voisinage de la surface de séparation de deux milieux.

Ces préliminaires permettent d'aborder au chapitre IV, le rôle complexe que joue le sol : formules de base sur le sol plan bon conducteur ; corrections à apporter pour tenir compte de la conductibilité imparfaite, de la courbure de la terre et de la surélévation des postes. Puis vient l'étude de l'influence de la troposphère sur la propagation, le rôle de l'ionosphère faisant l'objet du chapitre VI. Le suivant est relatif aux parasites atmosphériques, industriels et extra-terrestres.

Au chapitre VIII sont présentées les applications des considérations précédentes et ceci pour chaque gamme d'ondes.

Le dernier chapitre de cet ouvrage si documenté, précise les dispositifs que l'on peut utiliser dans diverses circonstances qui se présentent dans la pratique.

M. PARODI.

DEICHA (G.). — Les lacunes des cristaux et leurs inclusions fluides. — Un vol. in-8°, 126 pages, 13 figures, 12 planches hors-texte, publié avec le concours du C.N.R.S., Paris, 1955, Masson éditeur. Prix : 950 francs.

Les cristaux ne sont pas toujours parfaits. On peut y voir des cavités, des lacunes microscopiques, dont la fréquence peut s'exprimer parfois en millions par centimètre cube. Ces lacunes ont des formes et elles contiennent des liquides et des gaz. Leur étude est particulièrement difficile. L'auteur s'y est attaché et a réussi à les classer : inclusions à gaz sous pression, inclusions aqueuses à bulle et inclusions triphasées ; puis à déterminer la température originelle du remplissage, à les analyser, à rechercher leur origine.

Leur importance géochimique et tectonique est démontrée. Les cavités primaires sont étanches et l'absence de toute diffusion est frappante. Ce n'est qu'à la faveur d'événements tectoniques que les cristaux sont fissurés et envahis par des solutions donnant des inclusions secondaires. L'intervention hydrothermale est considérable. Les observations sont complétées par celles des minéraux artificiels. En dehors de leur intérêt propre dans la recherche fondamentale, ces observations ont un intérêt immédiat dans l'industrie géologique et minéralogique. Cet ouvrage, unique en France, ainsi que le souligne la bibliographie terminale, intéressera à la fois les cristallographes, les pétrographes et les géologues.

R. FURON.

DINGEMANS (Guy). — La Tragédie de l'Univers. Formation et transformation des continents. — Un vol. in-4°, 184 pages, 83 figures, 44 cartes et tableaux. Paris, 1956, A. Colin éditeur. Prix : 1.500 francs.

Cet ouvrage est le premier d'une série qui a pour générique : « Tragédie de l'Univers », « Nouvelles théories ». Et c'est bien une tragédie, tout d'abord pour le critique. Que l'auteur s'éloigne de l'orthodoxie n'est jamais fait pour nous déplaire, mais encore faut-il qu'il accepte les bases solides qui sont acquises. M. G. Dingemans n'est certainement pas géologue, mais c'est un homme curieux qui s'est penché sur tous les grands problèmes, qui n'a pas été satisfait de ce qu'il a lu dans les livres. Dès lors, il « remet tout en question » et propose ses théories personnelles. Ici, l'auteur, intéressé par les théories de Wegener dont il connaît les faiblesses, propose quarante-quatre cartes paléogéographiques

du globe basées sur « la poussée vers l'équateur ». La dernière montre l'aspect futur de notre triste planète réduite à une ceinture équatoriale de continents. L'Australie se trouvant dans le détroit de Behring, l'Asie russe se trouvera définitivement séparée de l'Amérique du Nord. Ce sont évidemment des théories curieuses qui échappent à la critique scientifique ; nous nous bornons à signaler leur éclosion.

R. FURON.

FAURE-FREMIET (E.), MONTALENTI (G.), VANDEL (A.). — Problèmes d'évolution. — Un vol. (16,5 × 24) de 48 pages, 2 fig. Actualités scientifiques et industrielles, n° 1.227. Hermann et Cie, édit., 6, rue de la Sorbonne, Paris, 1955.

Le fascicule 9 du Bulletin de l'Académie internationale de philosophie des sciences, intitulé « Problèmes d'évolution », renferme trois exposés :

1° **E. Fauré-Frémiet : Les structures chimiques à l'origine des structures organiques.**

Les particules autoreproductibles, douées d'activités biochimiques, sont comparables à des macromolécules nucléoprotéiques. La réalisation progressive par étapes d'un système biologique paraît inconcevable, parce que même chez l'être vivant le plus simple, la **totalité** des interactions s'avère nécessaire.

2° **G. Montalenti : L'évolution de la sexualité.**

Après quelques réflexions sur la détermination du sexe et son évolution et après avoir établi que la reproduction sexuelle avec fécondation croisée s'impose en raison de sa supériorité génétique, Montalenti expose que la reproduction asexuée, l'isogamie sont primitives alors que la reproduction sexuée et l'anisogamie sont secondaires. En revanche, il semble difficile de préciser si l'hermaphrodisme est plus primitif que le gonochorisme.

3° **A. Vandel : L'orientation fondamentale de l'évolution progressive.**

La vie se présente comme un développement orienté et engagé dans des voies privilégiées. Quel est le sens de cette orientation ? L'évolution progressive ou axiale est caractérisée par le développement et l'accroissement du système nerveux et l'épanouissement du psychisme.

L'instinct, intelligence spécifique, supra-individuelle, est une invention organique. L'intelligence individuelle, propre à l'individu ou mieux à la personne, représente le dernier terme de l'évolution du Vivant. L'intelligence est organisatrice, elle représente le prolongement du pouvoir d'organisation et d'invention de la matière vivante. Construction du Vivant, invention organique, instinct et intelligence constituent les étapes successives de la montée de la Vie, c'est-à-dire de l'évolution progressive ou axiale ; l'intelligence est la flèche terminale de l'arbre de Vie.

Ces réflexions de A. Vandel, biologiste philosophe, retiennent l'attention.

A. TETRY.

M. FOURNIER. — L'Ere des Matières Plastiques. — Préface de J. Eudes, 1 vol. X-270 pages 14 × 22 cm., avec 34 figures et 20 tableaux, 2e édition, Dunod éditeur, Paris. Prix : 560 francs.

Cet ouvrage qui vient d'être publié dans la Collection « Les Heures scientifiques » apporte des informations récentes sur les matières plastiques. Si les exposés théoriques et les procédés de fabrication ont été intentionnellement réduits au strict minimum par l'auteur, les méthodes de transformation sont traitées en détail et les appareils utilisés sont décrits avec le souci de ne pas perdre de vue le domaine des applications pratiques, et de nombreux exemples d'utilisation des matières plastiques sont présentés.

L'ouvrage est divisé en quatre parties. La première, la plus succincte, avec la dernière, est relative à la fabrication des matières plastiques et comprend deux chapitres : définition des matières plastiques (comprenant quelques aspects théoriques simples et la classification), et matières premières. La seconde partie comprend des monographies des matières plastiques (matières naturelles et dérivés ; matières plastiques dérivées de la cellulose ; caoutchoucs naturels et artificiels ; résines de condensation et de polymérisation ; silicones). La troisième partie décrit la mise en œuvre et les applications (techniques et appareillages, propriétés et applications). Enfin dans la quatrième et dernière partie (matières plastiques et économie), l'auteur expose des vues générales sur les matières plastiques en France et dans le monde.

Cet ouvrage, qui se lit facilement, rendra non seulement des services à ceux qui désirent acquérir des connaissances générales sur les matières plastiques, mais aussi à bien des spécialistes qui y trouveront un certain nombre de renseignements susceptibles de les intéresser.

P. LAFFITTE.

GAMOW (G.). — Biographie de la Terre. — Un vol. in-8°, 220 pages, 58 figures, 35 planches. (Traduit de l'américain par G. Guéron.) Paris, 1956, Dunod éditeur. Prix : 680 francs.

Ce livre est un ouvrage de vulgarisation comme savent en écrire les Américains. L'auteur est professeur de physique théorique à l'Université G.-Washington et il possède l'art d'écrire, de se faire aisément comprendre par des lecteurs non spécialistes. Ce genre de livres demanderait à être traduit par des spécialistes afin d'éviter des erreurs ou des contradictions (granite sans e final, révolution coenozoiche, cordillière, silurien au lieu de gothlandien, le désaccord entre le tableau de la page 201 avec le texte de la page 7, etc...). C'est un reproche que l'on peut faire à quatre-vingt-dix pour cent des traductions, ce qui n'empêche pas la bonne qualité et l'élégance de celle du livre de G. Gamow. Ceci étant dit (et devait être dit) le livre est à conseiller à tous ceux qui, n'ayant aucune notion de géologie, aimeraient à connaître l'origine de la Terre et de la Lune, la naissance et l'évolution de la Vie. Le tout est écrit en langage simple et alerte, et selon l'usage américain, magnifiquement illustré.

R. FURON.

GRAHMANN (R.). — La préhistoire de l'Humanité. — Un vol. in-8 de la **Bibliothèque historique.** 332 pages, 107 figures, 8 tableaux, 3 cartes. Préfaces de H. C. Bandi et H. Breuil. Traduction de L. Lamorlette, Paris, 1955, Payot éditeur. Prix : 1.300 francs.

Il s'agit d'un Manuel de préhistoire générale, qui se propose de mettre tout lecteur non spécialiste à même de comprendre et de suivre l'état actuel des recherches en ce domaine. Les termes techniques sont expliqués dans un glossaire situé à la fin du volume.

Le début est consacré à la géologie du Quaternaire. On étudie ensuite la place de l'Homme dans le règne animal, les Australopithèques, les Pithécanthropes, les hommes très anciens, ceux de Néanderthal, puis du Paléolithique supérieur. La troisième partie traite des civilisations et de l'histoire de l'homme préhistorique.

L'ouvrage se termine par un copieux résumé et des conclusions. L'auteur remarque que la population préhistorique était peu nombreuse et que l'accroissement numérique de l'humanité est devenu beaucoup plus rapide depuis que l'on connaît l'agriculture et l'élevage. La question essentielle est de savoir combien d'hommes peut nourrir le Globe. Les estimations les plus raisonnables estiment que l'espace vital sera comble dans 300 ans au maximum. En somme l'Histoire risque de durer beaucoup moins longtemps que la Préhistoire.

R. FURON.

GROUSSET (René). — La Face de l'Asie. — Avec une préface et deux chapitres complémentaires, par G. Deniker. Un vol. in-8 de la **Bibliothèque historique**, 448 pages. Paris, 1955, Payot éditeur. Prix : 1.500 francs.

Le grand historien disparu avait laissé un très important manuscrit presque achevé, la synthèse d'une vie de travail consacrée à l'Orient, et qui était son testament sur cette Asie qu'il aimait tant et connaissait si bien. Un de ses disciples et collaborateurs, G. Deniker, pénétré de la pensée du maître, a accepté de terminer l'ouvrage en complétant les deux derniers chapitres. Nous devons le remercier d'avoir publié un tel livre.

Dès le premier chapitre, le problème du sémitisme est posé, avec ses caractères et ses actions diverses. Dès la Préhistoire, c'est la mise en valeur de ce « Croissant fertile » qui s'allonge de la Babylonie à l'Egypte et fut toujours le grenier du Proche-Orient. Les problèmes de la Préhistoire sont encore ceux d'aujourd'hui : rivalités des divers peuples sémites et irrigation.

On passe ensuite en revue l'Asie Mineure, le rôle historique de l'Iran, l'Inde de toujours et d'aujourd'hui, la Chine, l'Extrême-Orient moderne, le Japon et le Pacifique.

Cette fresque gigantesque explique tout naturellement les problèmes d'aujourd'hui par les nécessités de la géographie et l'évolution de l'Asie depuis les temps protohistoriques. A lire et à méditer.

R. FURON.

P. JOUSSET. — Matières Plastiques. — Préface de P. Pigagniol, 2 vol., 239 + XLVIII et 349 + XLVIII, 9 × 15 cm., collection des Aide-mémoire Dunod, Paris, 1955.

Ces deux petits volumes renferment une très grande quantité de renseignements pratiques (qualitatifs et quantitatifs) concernant les différentes matières plastiques. Il suffit, pour montrer leur intérêt, de citer la liste des chapitres :

Tome I. — Matières premières de base ; élaboration des résines synthétiques : formes commerciales des matières plastiques ; mise en œuvre te façonnage ; formage et usinage des demi-produits ; fournage, traitement de la surface ; films et feuilles ; fils et fibres, stratifiés ; produits mousses ; matériaux cellulaires ; colles, adhésifs ; peintures, enductions, revêtements ; solvants ; plastifiants ; prix des résines synthétiques ; listes alphabétiques des matières plastiques commerciales.

Tome II. — Phénoplastes ; aminoplastes, polyesters ; polyamides ; polyuréthanes et dérivés ; résines éthoxyliques (ou époxydes) ; silicones ; polyvinyliques ; polyoléfines ; caoutchoucs naturels et synthétiques ; polyfluoréthènes ; dérivés cellulosiques ; matières plastiques à base de protéines ; résines furfuryliques.

P. LAFFITTE.

JUILLET (A.), SUSPLUGAS (J.), COURP (J.). — Les oléagineux et leurs tourteaux. Botanique, caractères, préparations, emplois. — Paris, 1955, Paul Lechevalier édit. (Collection « Encyclopédie biologique », vol. XLIX), 640 p., 31 tabl., 27 pl., 100 fig. **Prix : 9.000 francs.**

Dans l'introduction de ce volume, très richement documenté, A. Juillet écrit : « En 1942, l'un de nous (J. Courp) publiait un long mémoire sur les sous-produits résiduels de l'industrie oléifère. Nous avons repris et complété ce travail ». Juillet attire l'attention sur l'insuffisance de la production de produits oléagineux, sur l'importance des tourteaux et celle du contrôle de leur composition ; en effet, les tourteaux sont éminemment altérables car ils ne possèdent plus « l'équilibre structural et biologique des graines dont ils dérivent ». Le classement chimique des produits présente de grandes difficultés pour l'exposition ; le classement botanique offre « l'avantage de préparer l'emploi des caractères anatomiques et des

contenus cellulaires ». Pour toutes les espèces oléagineuses, les noms vulgaires et scientifiques sont cités, les sous-espèces et formes sont décrites, la localisation géographique précisée. Les caractères anatomiques sont fort importants pour la détermination des espèces et la reconnaissance de la pureté des produits. Ces renseignements étaient dispersés dans de nombreux ouvrages ou bien faisaient totalement défaut ; pour les représenter, les dessins au trait rigoureusement exacts ont été préférés aux micro-photographies. Les techniques d'études sont exposées, tant les techniques habituelles d'examens microscopiques que les recherches chimiques et les examens (microscopiques ou macroscopiques) en lumière ultra-violette filtrée sur écran de Wood. Tous les résultats d'analyses chimiques connus ont été retenus et la toxicité de certains tourteaux (Euphorbiacées, Crucifères) a été particulièrement étudiée.

L'ouvrage se divise en trois parties :

I. Généralités : liste des espèces oléagineuses, production mondiale, techniques et appareils d'extraction, préparation des tourteaux.

II. Techniques analytiques : prélèvements, analyses chimiques et micrographiques et en lumière ultra-violette.

III. Etude des tourteaux : de toutes les espèces oléagineuses signalées, une trentaine seulement présentent un intérêt économique, ce sont celles-là qui font l'objet d'études séparées : maïs, palmier à huile, cocos, noix, chènevis, plusieurs Crucifères, plusieurs Euphorbiacées, plusieurs Sapotacées, lin, raisin, etc.

L'index bibliographique est suivi de deux index alphabétiques qui facilitent grandement les recherches (auteurs, matières). Impression et illustration très soignées.

Paul JOVET.

KOSSOVITCH (N.). — Anthropologie et groupes sanguins des populations du Maroc. — Un vol., 521 pages avec en hors-texte 24 planches photographiques et 7 grandes cartes et tableaux. Masson, Paris.

C'est un travail de longue haleine, commencé en effet en 1924. Il a été interrompu en 1939 par le début des hostilités. Il est édité actuellement après la mort de son auteur, grâce aux soins des organismes administratifs qui en ont compris la valeur. C'est une étude documentée et complète sur les groupes ethniques du Maroc.

Après un exposé des méthodes employées, M. Kossovitch aborde d'abord géographiquement les différentes tribus. Il se sert de la langue parlée comme premier point de discrimination. Ensuite il fait judicieusement précéder par un commentaire historique l'exposé des résultats de ses examens morphologiques et sérologiques.

Ses conclusions mettent scientifiquement en évidence la diversité des origines et les mélanges successifs aboutissant à la formation d'une tribu déterminée. Il confirme souvent des connaissances anciennes apportées par la tradition. Il détruit certaines idées légendaires transmises de bonne foi. Enfin, il donne un avis éclairé sur des groupes dont la caractérisation n'était pas précisée.

L'autochtone Berbère ou Juif a été soumis à la pénétration latine mais à la fin il a été soutenu par les Wisigoths contre les Romains. Lorsque l'invasion orientale se produisit il ne put, pour échapper à la pression colonialiste arabo-musulmane, que se réfugier dans les remparts escarpés de l'Atlas. Il s'ensuit une mosaïque ethnique suivant que les races primitives se sont effacées, ont résisté ou ont accepté les envahisseurs successifs.

L'ouvrage de M. Kossovitch permet de retrouver les vissicitudes ancestrales de ces peuplades et de comprendre leur mentalité actuelle.

R.-A. GRIFFIE.

PEPIN (Eugène). — Géographie de la circulation aérienne. — Un vol. in-8°, 341 pages, 28 figures, 16 planches hors-texte. Préface du Dr Ed. Warner. Collection « Géographie humaine ». Paris, 1956, Gallimard éditeur. Prix : 1.200 francs.

Le 5 juin 1783, les frères Montgolfier lançaient la première « montgolfière » dans le ciel d'Annonay. Le 21 novembre de la même année, Jean-François Pilâtre du Rozier et le marquis d'Arlandes effectuaient le premier parcours aérien (en montgolfière), la Butte aux Cailles au Parc de la Muette, 8 km. en vingt-six minutes. Dix jours plus tard, un ballon gonflé à l'hydrogène va des Tuileries à l'Isle-Adam. Le 17 janvier 1785, le Français Blanchard et l'Américain Jeffries inaugurent la circulation internationale en traversant le Pas-de-Calais par la voie des airs. L'Atlantique sera traversé en dirigeable et en avion en 1919. Enfin, depuis 1952, des avions à réaction parcourent le monde à 750 km.-heure à 10.000 mètres d'altitude. En 1956, l'Atlantique est traversé en 11 heures avec soixante-douze passagers.

La circulation aérienne a contribué au développement des relations humaines, à la connaissance et à la mise en valeur du globe (photographie aérienne, recensement des terres et des forêts, lutte contre les sauterelles, prospection géophysique, etc...). L'espace aérien pourtant n'est pas libre, il connaît des frontières et nous ne dirons rien des méfaits incomparables des aviations militaires.

Ces progrès prodigieux de la navigation aérienne ont posé de nombreux problèmes : techniques (infrastructure, information météorologique, etc.), puis politiques et juridiques. C'est le sujet traité dans cet excellent ouvrage. C'est d'ailleurs avec une compétence exceptionnelle que M. Eugène Pépin expose tous ces problèmes. Juriste, diplomate, géographe et grand voyageur, directeur du bureau juridique de l'Organisation internationale de l'aviation civile, directeur d'un Institut de droit international aérien, l'auteur a une connaissance complète du sujet. Il nous en fait profiter dans un livre bourré de faits, écrit d'une plume alerte et fort bien illustré. La dernière figure nous montre même l'aspect probable d'un aérodrome américain en 1985.

R. FURON.

PIVETEAU (J.) et collaborateurs. — Traité de Paléontologie. Tome V : amphibiens, reptiles, oiseaux. — Un vol. de 1..114 pages, 979 figures et 7 planches. Paris, 1955, Masson, éditeurs. Prix, relié : 12.800 francs.

Ce volume V du Traité de Paléontologie est le second de ceux qui sont consacrés aux Vertébrés. Il correspond à une phase impressionnante, décisive, de l'histoire de la Vie à la surface du Globe, puisque c'est avec les Amphibiens des temps primaires que les Vertébrés sont passés de la vie aquatique à la vie aérienne, des Poissons aux Tétrapodes.

La première partie du volume (316 pages) est donc réservée aux Amphibiens, qui sont traités par MM. J. Piveteau, J.-P. Lehman, E. Jarvik, E. Nielsen et Mlle C. Dechaseaux.

Les Amphibiens actuels comportent environ deux cent cinquante genres répartis en Anoures,, Urodèles et Apodes. Les Amphibiens fossiles ont eu le groupe des Stégocéphales, qui débute au Dévonien avec des formes singulières, véritables intermédiaires entre les Poissons et les Quadrupèdes. Le tout est traité très complètement et on trouve avec un plaisir particulier des tableaux de répartition stratigraphique permettant de contrôler la répartition des genres sur les divers continents.

Les Reptiles ont droit (dans ce volume) à 675 pages, rédigées par MM. J. Piveteau, F.-M. Bergougnioux, P. de Saint-Seine, B. Peyer et Kuhn-Schnyder, R. Hoffstetter, J. Kälin, A.-F. de Lapparent, R. Lavocat et Mlle C. Dechaseaux. Le monde des Reptiles a apporté une nouveauté essentielle par rapport à celui des Amphibiens plus anciens : le mode de développement, la libération de l'œuf vis-à-vis du milieu aquatique. L'œuf est déposé à terre et il est protégé par une coquille.

Au cours des temps secondaires, les Reptiles vont peupler les terres, les mers et même entreprendre de voler dans les airs. C'est un monde prodigieux qui donnera naissance aux Oiseaux et aux Mammifères, et qui aura produit les plus grands de tous les animaux connus.

Enfin, le même volume contient l'histoire des Oiseaux (96 pages), due à M. Piveteau. Ce sont d'abord les Archaeopteryx, puis tous les Oiseaux à dents du Crétacé.

L'ensemble du volume est illustré d'une manière extrêmement remarquable, ce qui ajoute encore à l'intérêt même d'un texte de haute qualité. Nous entrons dans un monde nouveau et dans le domaine de la philosophie paléontologique. Au-delà de ces Amphibiens et des premiers Reptiles, nous pressentons les Mammifères et l'Homme qui feront l'objet des prochains volumes. Dès maintenant, le Traité de Paléontologie intéresse un public infiniment plus large que celui des paléontologistes, public qui sera reconnaissant aux auteurs et aux éditeurs de leur avoir présenté sous un tel aspect le tableau de l'évolution de la Vie à la surface du Globe.

R. FURON.

RENAULT (R.). — Chimie végétale (chimie agricole, tome I). — Un vol. (16 × 25), 488 pages. Eyrolles et Gauthier-Villars, éditeurs. Paris, 1955. Prix : 3.400 francs.

Cet ouvrage, qui est présenté comme le premier tome d'un traité de chimie agricole, forme en réalité un tout et peut intéresser non seulement les agronomes mais les biochimistes, les botanistes, les pharmaciens, les microbiologistes, les hygiénistes et les médecins. Les ouvrages de ce genre sont beaucoup moins nombreux que ceux qui traitent de la biochimie humaine et pourtant, comme le note l'auteur, « la chimie végétale n'est-elle pas l'alphabet de la chimie biologique » ?

La première partie du manuel, qui comprend deux cents pages environ, étudie les divers constituants chimiques des végétaux (le chapitre traitant des constituants de la membrane et des substances de réserve étant intitulé assez curieusement « Histochimie végétale ») ; les chapitres suivants appartiennent plutôt, classiquement, à la physiologie végétale : nutrition végétale, synthèse végétale, métabolisme végétal ; puis, après une étude des biocatalyseurs végétaux, sont abordés des problèmes plus particuliers : biochimie des phénomènes végétatifs (qui comprend surtout l'étude de la graine [?], morphogenèse végétale et chimie, chimie microbienne.

Tel qu'il est, ce livre présente une vue d'ensemble intéressante de la biochimie à la fois statique et dynamique des végétaux et le plan général de l'ouvrage (réserves faites pour le titre de certains chapitres) est très satisfaisant. Pour la rédaction, quelques critiques pourraient être faites : ainsi, le chapitre traitant de la photosynthèse développe abondamment de nombreuses théories périmées alors qu'il n'indique que bien succinctement les résultats obtenus avec les techniques d'étude modernes ; la fermentation alcoolique est traitée en deux endroits (à propos du métabolisme des glucides et à propos de la chimie microbienne) et de façons assez différentes. Signalons même quelques erreurs telles que la présence de scopolamine chez la Belladone et celle de muscarine chez l'Amanite phalloïde. Enfin, si la disposition typographique est excellente, il serait opportun de corriger un certain nombre d'erreurs d'impression dans les noms propres et dans les termes techniques (xanthrophylle pour xanthophylle, plusieurs fois, cenéol pour cinéol, Inula nelenium, chroroplastes, etc.), qui risquent d'induire en erreur les étudiants débutants auxquels ce livre est essentiellement destiné.

G. DEYSSON.

ROUAULT (Marcel). — Physique atomique. — Un vol. in-16°, 220 pages. Collection Armand-Colin, n° 302, Paris, 1955. Prix : 300 francs.

Ce petit volume expose à l'usage des étudiats des facultés des sciences et des élèves ingénieurs les principales questions formant les bases de la physique atomique moderne dont l'enseignement est souvent dispersé dans les différentes parties des cours de physique.

M. Rouault étudie successivement les bases expérimentales de notre connaissance des structures moléculaires, atomiques et nucléaires, les lois du rayonnement noir, l'effet photoélectrique et les propriétés des photons X, la théorie de l'atome de Bohr, les éléments de la mécanique ondulatoire, la structure électronique des atomes et l'émission des raies spectrales, le magnétisme atomique, les caractéristiques du spectre de l'hélium et des alcalino-terreux, l'application des rayons X à l'étude de la structure des couches profondes des atomes complexes, la représentation quantique des atomes complexes.

G. PETIAU.

F. SALLES. — Initiation au Calcul opérationnel et à ses applications techniques. — Préface de M. P. Vernotte, Dunod, Paris, 1955, 51 pages, 71 figures.

Dans ce petit livre, M. Salles présente, de façon volontairement élémentaire, les résultats essentiels de l'Analyse symbolique et traite de quelques problèmes qui se présentent dans la technique.

M. PARODI.

SMITH (Lyman B.). — The Bromeliaceae of Brazil. — Un vol., 290 pages, 128 figures. Smithsonian Miscellaneous Collections, vol. 126, n° 1. Washington, 1955.

Cet ouvrage constitue une monographie complète des Broméliacées du Brésil dont de nombreuses espèces n'ont été décrites que récemment. Il commence par une introduction de onze pages comprenant des généralités sur l'intérêt de cette famille de Monocotylédones qui fournit notamment l'Ananas, puis les soixante-sept espèces ou combinaisons nouvelles de l'auteur sont présentées par ordre alphabétique, accompagnées d'une courte diagnose en latin et d'une description plus détaillée en anglais. L'étude systématique qui vient ensuite comprend des clés dichotomiques permettant de distinguer trois sous-familles : les Pitcairnioïdées (avec dix genres), les Tillandsioïdées (avec quatre genres) et les Bromélioïdées (avec vingt-deux genres), puis les genres et les espèces.

G. DEYSSON.

L. THIEBLOT et H. LE BARS. — La glande pinéale ou épiphyse. — Un vol. 206 p., Maloine, 27, rue de l'Ecole-de-Médecine, Paris, 1955.

Ce livre réunit en un seul volume des recherches de disciplines différentes exécutées sous la direction du professeur L. Thieblot. Elles tendent à éclaircir un problème resté jusqu'à ce jour fort obscur quant à l'action et la nature endocrine de l'épiphyse. Si le dernier des trois critères imposés par Gley pour établir le rôle hormonal d'un organe, c'est-à-dire la caractérisation biochimique de l'hormone dans le sang efférent, n'est pas actuellement satisfait, il ne reste pas moins vrai que les autres conditions sont maintenant si solidement établies que cet organe, par ses relations humorales avec les autres glandes à sécrétion interne doit être considérée comme tel.

Les chapitres consacrés à la morphologie rappellent de façon très documentée les exposés épars, publiés sur ce sujet. La critique des augmentations contradictoires précédemment formulées est faite avec objectivité et sincérité. Il existe indiscutablement des arguments valables en faveur de la nature glandulaire de cet organe. Il faut distinguer le diverticule épiphysaire de l'œil pinéal issu de l'appareil pariétal. L'existence de cellules épiphy-

saires différenciées est admise par la presque unanimité des auteurs. La forte vascularisation et innervation plaident en faveur d'un organisme en activité. la présence d'enclaves, de mitochondries et de vésicules closes, actives, a été mise en évidence chez certains animaux. La théorie de Calvet se trouve donc confirmée une fois de plus.

Les rappels de l'histo-physiologie de l'épiphyse plaident en faveur d'une sécrétion hormonale. Mais ce sont surtout les travaux de physiologie expérimentale qui ont fait avancer le problème. Ils ont pu être réalisés grâce à des techniques mises au point par Thieblot lui-même. Les descriptions détaillées sont suffisantes pour un expérimentateur même non averti. Il faut rendre un hommage à l'autocritique rigoureuse des résultats obtenus. La pinéalectomie est en effet une intervention délicate et le traumatisme crânien, qui en résulte, peut perturber l'action de l'exèrèse pure. Il est nécessaire d'insister sur le fait que les modifications obtenues après ablation sont corrigées par les greffes. Chez l'animal normal l'implantation provoque des effets caractéristiques.

La glande pinéale possède une action inhibitrice sur le développement des testicules en freinant la sécrétion externe et en empêchant l'apparition de caractères sexuels secondaires. Au niveau de l'ovaire elle inhibe la transformation du follicule en corps jaune. Il existe conjontement une répercussion cortico-surrénale. L'existence d'un antagoniste épiphyso-hypophysaire semble établi sur des bases solides, la glande pinéale s'intégrant dans le système de régulations hypophyso-génital.

Le mécanisme hormonal semble actuellement indiscutable et la voie d'élimination de la substance sécrétée est vraisemblablement multiple. On peut considérer une hémocrinie, une neurocrinie, et une hydroencéphalocrinie épiphysaire. La voie indirecte par action sur le relai hypophysaire semble probable à cause de l'existence de modifications de répartitions cellulaires dans l'hypophyse à la suite d'épiphysectomie.

Les auteurs abordent la pathologie en considérant les tumeurs et les modifications de cette glande dans diverses affections et ils terminent sur un bref exposé de thérapeutique opothérapique.

Les chercheurs qui auront eu leur curiosité éveillée par la lecture de l'ouvrage trouveront dans une abondante bibliographie de 49 pages une aide précieuse et indispensable.

R. A. GRIFFIÉ.

ULLMO (J.). — La crise de la physique quantique. — Actualités scientifiques et industrielles, n° 1.231. Un fasc. de 45 pages, Paris, 1955. Hermann et Cie, édit.

Dans ce fascicule, J. Ullmo rappelle succinctement l'historique du développement axiomatique de la mécanique quantique et les difficultés qu'introduit l'interprétation purement probabiliste de cette axiomatique Actuellement diverses écoles cherchent à éviter les paradoxes de cette interprétation. Notamment à Paris M. Louis de Broglie et ses élèves cherchent à reconstruire la mécanique ondulatoire selon un modèle qui associe étroitement le corpuscule à l'onde. Selon d'autres écoles, l'axiomatique quantique non modifiée ne devrait recevoir qu'une interprétation statistique et par suite ne serait susceptible de décrire que les ensembles de corpuscules et non pas le comportement individuel d'un corpuscule. Actuellement, malgré les grands progrès accomplis depuis quatre ans, on ne peut prédire la forme que prendra d'ici quelques années la mécanique de l'infiniment petit et il est certainement prématuré de conclure au triomphe d'une doctrine philosophique particulière.

G. PETIAU.

J. VAN BLADEL. — Les applications du radar à l'astronomie et à la météorologie. — Préface de P. Lejay. Un vol. in-8°, 147 p., 1955, Gauthier-Villars, édit. Prix : 1.600 francs.

Ce volume expose d'une façon claire, simple et très documentée les principales applications du radar en astronomie et en météorologie.

Un premier chapitre rappelle les caractéristiques du fonctionnement d'un radar classique et les méthodes d'évaluation de la puissance d'écho à l'entrée du récepteur pour les différents objectifs ainsi que d'évaluation du seuil de sensibilité. Le second chapitre étudie la détection des corps célestes, notamment les échos lunaires et les problèmes d'avenir : détection des planètes, détection du soleil. Le chapitre III est consacré aux problèmes de la détection des météorites : théorie des processus de diffusion de l'énergie incidente, mesures des caractéristiques des météorites isolées, propriétés statistiques des météorites, étude des pluies de météorites. Le chapitre IV examine la détection des aurores boréales et des éclairs. Le chapitre V expose les différentes applications du radar à la détection des précipitations atmosphériques : processus de formation des échos, application à l'étude quantitative et qualitative des précipitations, installations de radars météorologiques. Le chapitre VI traite sommairement de l'application des radars à la poursuite des ballons-sondes. Une très importante bibliographie complète l'ouvrage.

G. PETIAU.

G. W. WATT et L. F. HATCH. — The Science of Chemistry. — Un vol. relié, 15 × 23 cm., 546 pages, 41 sch. 6 d., 2e éd., Mc Graw-Hill Book Co. Inc., New-York, 1954. 41/6.

Il s'agit d'un ouvrage tout à fait élémentaire s'adressant à des débutants, et comprenant aussi bien des chapitres de chimie générale, que de chimie minérale ou de chimie organique et même de chimie appliquée. Il a été rédigé suivant les conceptions américaines de l'enseignement de la Chimie dans les collèges, et il serait à souhaiter que nos programmes surannés de Chimie dans l'enseignement secondaire s'inspirent quelque peu de la manière américaine de présenter la Chimie, de manière non seulement à la rendre plus attrayante, mais aussi plus proche de la réalité.

P. LAFFITTE.

WENGER (Paul.-E.), professeur à l'Université de Genève ; **MONNIER (Denys),** professeur extraordinaire à l'Université de Genève, et **RUSCONI (Yvonne),** collaboratrice. — **Analyse qualitative minérale.** — Georg et Cie, éditeur, Genève.

Ce livre de chimie analytique qualitative présente d'abord, dans une partie théorique, des généralités sur les lois de la chimie analytique, l'ionisation, la dissociation, les complexes, les réactions catalytiques, etc...

Une partie descriptive donne pour les éléments (même pour les moins fréquemment rencontrés) leurs réactions d'identification, avec leur sensibilité et leur spécificité.

Enfin, une partie pratique explique tous les détails opératoires de l'analyse qualitative minérale. Ce livre, clair et bien présenté, apporte beaucoup de renseignements sur les méthodes analytiques nouvelles, les réactifs organiques, les réactions microchimiques, des tableaux de propriétés, des constantes nombreuses, et rendra les plus grands services aux analystes et aux étudiants.

S. LONGUEVALLE.

L'Industrie Chimique en Europe. — Etude préparée par le Comité des produits chimique en septembre 1955, et publiée par l'Organisation Européenne de coopérative économique, 1 vol., 16 × 24 cm., 223 pages, Paris, 1955.

La production de l'industrie chimique dans les pays de l'O. E. C. E. a augmenté de 15 % en 1954 et le taux d'accroissement pour 1955 sera vraisemblablement du même ordre. Telle est la principale conclusion du rapport « L'industrie chimique en Europe, 1955 » établi par le Comité des produits chimiques de l'O. E. C. E. et qui vient d'être publié. Ce rapport examine la situation de l'industrie chimique en Europe en 1954 et au début de 1955, avec quelques vues sur ses tendances actuelles et en y ajoutant des indications sur la situation de l'industrie chimique américaine.

Par rapport à 1953 les accroissements de production les plus importants ont été enregistrés pour les pays suivants : Grèce (30 %), Italie (22 %), Norvège (21 %), Union économique belgo-luxembourgeoise (19 %), Allemagne (16 %), France (15 %).

Le commerce extérieur de produits chimiques s'est développé en 1954. Les échanges entre pays membres ainsi que leurs territoires d'outre-mer ont augmenté de 19 %, c'est-àdire plus que la production. Les échanges avec les pays tiers se caractérisent surtout par un accroissement des importations qui est de 46 % par rapport à 1955 alors que les exportations n'ont augmenté que de 21 %. Mais cette situation n'a pas empêché les pays de l'O. E. C. E. de rester exportateurs nets en 1954 avec 900 millions de dollars d'excédent d'exportations. On peut noter qu'en 1954 les exportations de produits chimiques par les pays de l'O. E. C. E. vers les pays tiers ont atteint à peu près le même niveau que les exportation américaines (1.060 millions de dollars).

De tous les produits chimiques de base ce sont les produits organiques dont la production a le plus progressé ces dernières années et il se pourrait que cette tendance se confirme et même s'accentue à l'avenir. Le taux d'accroissement le plus élevé est celui des matières plastiques. Viennent ensuite les détergents de synthèse, les peintures et vernis, puis les engrais potassiques.

P. LAFFITTE.

Mémoires sur la mécanique des fluides, offerts à **M. Dimitri P. Riabonchinsky** à l'occasion de son Jubilé Scientifique. — Préface de H. Villat. — Un vol. 443 p., Publication Scientifiques et Techniques du Ministère de l'Air, Paris, 1954.

A l'occasion du cinquantième anniversaire de la fondation par D. Riabonchinsky de l'Institut Aérodynamique de Konchino, ses amis, collègues et anciens élèves lui ont dédié dans ce volume jubilaire une série d'importants mémoires sur la mécanique des fluides.

Après la préface de Henri Villat et une biographie des travaux et des écrits de D. Riabonchinsky par B. Demtchenko, la liste chronologique des publications de Dimitri Riabonchinsky, on y lit successivement des mémoires de G. Birschoff et J. M. Walsh (Ecoulements coniques à symétrie axiale), G. Bouligand (Réflexions sur la mécanique classique), A. Busemann (La masse virtuelle minimum), G. Darrieus (Entretien par extension suivant son axe d'une trombe rectiligne dans un fluide visqueux), H. L. Dryden (Effets de rugosité et de succion sur le passage de l'écoulement laminaire à l'écoulement turbulent), F. H. Van den Dungen (Sur l'intégration numérique des équations aux dérivées partielles), L. Escande (Influence de l'alimentation du sillage sur la traînée d'une plaque plane), H. Geiringer (Remarque sur l'intégration des équations des tensions en élasticité plane), Duc de Gramont (Le tir contre avions), D. R. H. Harleman, A. I. Ippen (Le domaine d'application de l'analogie hydraulique en aérodynamique transsonique et supersonique), A. D. Hay (Un dispositif antidéferlement), C. Heinz (Ecoulement supersonique le long des corps en rotation), E. Hogner (L'influence des bords sur les couches limites), G. Hughles (Une note sur la résistance au frottement et application à la forme des navires), W. P. Jones (Note sur l'estimation des forces aérodynamiques le long des ailes oscillantes), Kampé de Fériet (L'intégration des équations de la chaleur pour des données initiales aléatoires), S. J. Kline et A. H. Shapiro (La dynamique semi-dimensionnelle d'un fluide

stationnaire quelconque), E. V. Laitone (Développements en dynamique des gaz par l'analogie hydraulique), J. K. Lunde (Une note sur la théorie linéarisée de la résistance des ondes aux mouvements accélérés), L. M. Milne-Thomson (Le théorème complexe de Stokes), A. Oudart (A propos du point d'impact du cylindre circulaire et de l'épaisseur d'impulsion), M. S. Plesset et B. Perry (Sur l'application de la théorie de l'écoulement libre au cas des écoulements dans les cavités), H. J. Reissner (Sur un cas d'écoulement irrotationnel), T. Roop (Etude expérimentale sur la turbulence), F. Rouse (Mesures des fluctuations de vitesse et de pression dans l'écoulement turbulent de l'air et de l'eau), R. Sauer (Application de la théorie des distributions au problème de l'aile portante supersonique), F. Schultz-Grunow (Transfert de chaleur thermodynamique), G. Taylor (L'emploi d'un jet d'air vertical comme écran contre le vent), S. Téofilato (Un dispositif expérimental pour l'étude des courants rapides), L. M. Tichvinsky (Modèles pour l'étude de la lubrification), R. Timman (Le potentiel vecteur et son application à l'analyse harmonique d'un écoulement à trois dimensions), A. P. Thurston (Cinquante ans de recherches en aéronautique), C. Truesdell (Le pendule hydraulique), R. W. Truitt (Solution du problème de l'écoulement compressible soussonique à deux dimensions général par un nouvelle transformation physique), P. Vernotte (Le rôle de la conduction pure dans le phénomène global de convection de la chaleur. Application à l'anénométrie par fil chaud), S. Vladimirsky (Sur le potentiel des vitesses généralisé et son application en hydrodynamique). C. Woronetz (Sur la formation et la périodicité des taches solaires), H. Wyker (Abaques pour l'estimation de l'humidité admissible dans les souffleries supersoniques).

G. PETIAU.

Les Fossiles de demain. — Un vol in-8°, 124 pages, 19 fig. Paris, 1954, S.E.D.E.S. éditeur.

Ce petit volume publié par l'Union internationale pour la protection de la Nature (U.P.I.N.), attire l'attention du grand public sur treize mammifères menacés d'extinction.

Car, trois fois hélas ! le plus destructeur des animaux de la planète en est le dernier-né, l'**Homo sapiens** ou soi-disant tel. De longues listes de fossiles sont déjà à son actif : des oiseaux dont on voulait les plumes, des mammifères dont on voulait la peau ou la viande, des animaux dont on ne voulait rien que les détruire bêtement parce qu'on avait un fusil et qu'ils étaient sans défense.

Ici, c'est la triste histoire d'animaux qui sont en train de disparaître. On les a surveillés et gardés le mieux possible, maintenant on les compte. Dans le monde entier, il reste peut-être cinquante rhinocéros de Java, deux cents lions d'Asie, quelques thylacines ,cent cinquante bisons d'Europe, quelques chinchillas, vingt éléphants d'Addo, etc.

L'Union internationale pour la protection de la Nature fait ce qu'elle peut ; elle attire l'attention des « pouvoirs publics » qui sont généralement incapables de protéger quoi que ce soit. Il suffit de voir ce que l'on a fait dans la prétendue réserve de la Camargue...

Le professeur Roger Heim, président de l'U.I.P.N., a préfacé le volume et montré l'extrême gravité de la situation ; faute de renseignements précis, on n'a pu rien dire du phoque-moine des Caraïbes, ni figurer l'éléphant d'Addo... Nous souhaitons que ce petit livre soit lu par de très nombreux lecteurs et qu'il arrive même en « haut-lieu ». Après les bouilleurs de crû et la betterave, on pourrait peut-être protéger les animaux inoffensifs ?

R. FURON.

Annuaire du Bureau des longitudes pour l'an 1956. — 700 pages, pl. et fig. Paris, Gauthier-Villars. Prix : 1.000 francs.

Peu d'ouvrages sont aussi attrayants à parcourir que ce sympathique annuaire « propre à régler ceux de toute la République », ainsi qu'il fut

prescrit par la Convention, en 1795. Pour le prix infime de 1.000 francs, le lecteur est entraîné du spin de l'atome au calendrier copte, du stéradian au thermomètre à pentane en passant par la perche (ancienne unité de mesure). L'index, à lui seul, vaut un dictionnaire. Outre les données traditionnelles, astronomiques, on trouvera d'excellentes mises au point sur l'ionosphère, la physique solaire, les spectres stellaires, les opérations mondiales des longitudes et les récepteurs photoélectriques. Les données, physique et chimiques, qui occupent deux cents pages, ont été mises à jour d'après les travaux les plus récents.

A. CAILLEUX.

La Vie des Plantes. — Collection in-4° Larousse. Paris, 1955. Un vol. relié sous jaquette illustrée, 468 p., 1.200 illustrations, 18 pl. en coul.

La valeur scientifique de cet ouvrage est garantie par la qualité de ses auteurs : André Guillaumin, professeur au Muséum d'Histoire naturelle ; Fernand Moreau, doyen de la Faculté des Sciences de Caen ; Claude Moreau, docteur ès-Sciences. Il ne s'agit pas du tout d'une fastidieuse énumération de familles de plantes ou d'espèces ou d'un très docte manuel de physiologie bourré de formules. Destiné au grand public, cet ouvrage devait être agréable à regarder et à lire : éditeurs et auteurs ont réussi.

La description des « paysages botaniques » de quelques régions de France (par Cl. Moreau), est suivie de quatre grandes parties :

F. Moreau a élaboré les deux premières parties : 1° **A la découverte du monde végétal** comprend onze chapitres présentant les caractères marquants de : aspect extérieur des végétaux, structure intime (tissus, cellule, noyau...), nutrition et croissance, hérédité et variation, cycle vital (et modification par l'homme), mouvement et sensibilité, maladies des plantes (agents, épidémies), parasitisme et symbiose, mort et continuité de la vie. Le chapitre final est consacré à l'œcologie, c'est-à-dire aux rapports de la plante et du milieu (lumière, température, sol). 2° **Les grands groupes de plantes.** Comme dans tout l'ouvrage, les récentes acquisitions scientifiques sont mentionnées, par exemple les Virus qui « nous conduisent aux limites du monde vivant » (chapitre Bactéries), les antibiotiques (chapitre Champignons, dû à Cl. Moreau). Dans le chapitre Algues, F. Moreau explique d'une manière alerte comment les Algues bleues, pionniers de la vie sur la Terre, y resteront vraisemblablement les représentants ultimes de la Vie. Puis se succèdent les chapitres Lichens, Mousses et Hépatiques, Fougères, Plantes à fleurs. La reconstitution de la végétation aux diverses époques géologiques termine « Plantes du passé ».

3° Dans **les Plantes et l'Homme,** A. Guillaumin passe en revue : plantes alimentaires, industrielles, officinales, fourragères, plantes d'ornement, défense des végétaux et protection de la nature.

4° Dans une dernière partie, F. Moreau condense les principales données sur la **répartition des végétaux** selon l'altitude et la latitude.

Présentation remarquable du volume. Si, lors d'une réédition, quelques imperfections du texte devront être corrigées et si toutes les planches en couleurs ne conviennent pas absolument à tous les lecteurs, que dire de l'illustration ? Dessins, photographies et microphotographies sont reproduites avec une rare perfection.

Paul JOVET.

Imprimerie Jacques et Demontrond, Besançon. — 6689 - 4-56.
Dépôt légal 2° trimestre 1956 : n° 5740. Le Gérant : R. CONSTANS.